



Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft

Zustandsbericht ALL-EMA 2015–2019

Autorinnen und Autoren

Eliane Meier, Gisela Lüscher, Serge Buholzer, Felix Herzog,
Alexander Indermaur, Susanne Riedel, Jonas Winizki,
Gabriela Hofer und Eva Knop



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Impressum

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch
Auskünfte	Eva Knop, eva.knop@agroscope.admin.ch
Lektorat	Erika Meili
Gestaltung	Petra Asare
Titelbild	ALL-EMA-Probeflächen (Illustration). Grafik: Alessandro Lechmann. Foto: Alex Indermaur
Copyright	© Agroscope 2021
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as111g

Inhalt

1.	Einleitung	15
1.1	Ziele von ALL-EMA.....	15
1.2	Einbettung von ALL-EMA in die nationalen Monitoringprogramme von BLW und BAFU	16
1.3	Zeitplan	17
2	Datengrundlage und Auswertungseinheiten.....	18
2.1	Datengrundlage	18
2.2	Auswertungseinheiten	19
3	Indikatoren für die Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume	25
3.1	Übersicht über die Indikatoren zum Monitoring Umweltziele Landwirtschaft Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume.....	26
3.2	Hauptindikatoren	27
3.2.1	Lebensraumvielfalt	31
3.2.2	Räumliche Heterogenität der Lebensräume	32
3.2.3	Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt.....	33
3.2.4	Artenvielfalt (γ -Diversität)	35
3.2.5	Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)	37
3.3	Hauptindikatoren im Vergleich	40
3.4	Zusatzindikatoren	42
3.4.1	Probeflächen mit invasiven Neophyten	42
3.4.2	Artenvielfalt bedrohte Arten (γ -Diversität)	44
3.4.3	Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften (β -Diversität).....	48
3.4.4	Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten	50
3.4.5	Gehölze	51
3.4.6	Gewässer	53
4	Evaluation der Biodiversitätsförderflächen.....	54
4.1	Zusätzliche Stichprobe in Biodiversitätsförderflächen.....	54
4.2	Übersicht über die Indikatoren für die Evaluation der Biodiversitätsförderflächen	56
4.3	Hauptindikatoren	58
4.3.1	Mittlere Lebensraumvielfalt und mittlere Anzahl einzigartiger Lebensräume.....	58
4.3.2	Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt.....	59
4.3.3	Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)	60
4.4	Zusatzindikatoren	63
4.4.1	Probeflächen mit invasiven Neophyten	63
4.4.2	Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)	64
4.4.3	Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten	66
5	Anteil der Fläche mit UZL-Lebensräumen als neues Mass zur Beurteilung der Umweltziele Landwirtschaft.....	68
5.1	Anteil an UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft.....	69
5.1.1	Anteil Probeflächen mit UZL-Lebensraumtyp innerhalb und ausserhalb der Biodiversitätsförderflächen ...	70
6	Synthese.....	73
6.1	Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt der Schweizer Agrarlandschaft.....	73

6.2	Evaluation der Biodiversitätsförderflächen	74
6.3	Anteil Fläche mit UZL-Lebensräumen als neues Mass zur Beurteilung der Umweltziele Landwirtschaft ...	74
6.4	Umsetzung ALL-EMA im nationalen und europäischen Kontext	75
7	Ausblick	76
8	Danksagung	77
9	Literaturverzeichnis	78
10	Anhang	82
10.1	Übersicht über alle Indikatoren	82

Vorwort

Biodiversität ist für das Überleben und das Wohlergehen der Menschheit von existenzieller Bedeutung, insbesondere für die Ernährungssicherheit. Für die Landwirtschaft bildet die biologische Vielfalt und deren Ökosystemleistungen eine natürliche Grundlage für die Produktion von Lebensmitteln. Gleichzeitig ist die Agrarlandschaft Lebensraum für viele wildlebende Pflanzen, Pilze und Tiere in der Schweiz, und das soll auch in Zukunft so sein. Die landwirtschaftliche Biodiversität stellt nicht etwa ein Hindernis für die landwirtschaftliche Produktion dar. Vielmehr ist sie die Voraussetzung für eine nachhaltige Produktion, die es erlaubt, die langfristigen Ziele der Ernährungssicherheit und der Nachhaltigkeit des Bundes zu erreichen.

Allerdings ist der allgemeine Zustand der Biodiversität in der Schweiz unbefriedigend. Mehr als ein Drittel der Arten sind aktuell von Aussterben bedroht. Es ist deshalb unbestritten, dass die Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität fortgeführt und die Anstrengungen zu deren Erhaltung verstärkt werden müssen. Jedoch ist Biodiversität – die Vielfalt der Gene, Arten und Lebensräume – und deren Wechselwirkungen untereinander äusserst komplex. Je besser die Kenntnisse über die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Zustand der Biodiversität allgemein und auf die landwirtschaftliche Biodiversität im Besonderen sind, desto wirksamer und effizienter können die Massnahmen ausgerichtet werden.

Seit 2015 erhebt deshalb Agroscope im Auftrag der Bundesämter für Landwirtschaft und für Umwelt den Zustand von Lebensräumen und Arten in der Schweizerischen Agrarlandschaft. Was sind die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Biodiversität? Wirken die agrarpolitischen Instrumente? Wie sind die regionalen Unterschiede? Wie reagieren die Arten und Lebensräume? Das Programm ALL-EMA «Arten Lebensräume Landwirtschaft – Espèces milieux agricoles» soll Antworten auf diese Fragen liefern. Es legt die Grundlagen dafür, dass künftige Entwicklungen und Fragestellungen zur landwirtschaftlichen Biodiversität evidenzbasiert beurteilt werden können. Zudem profitiert es von zahlreichen Synergien mit den anderen Umweltmonitorings, die es ALL-EMA unter anderen ermöglichen, auch Vögel und Schmetterlinge in seine Ergebnisse einzubeziehen.

Nun liegt hiermit der erste Zustandsbericht vor. Er zeigt auf, wo die grössten Herausforderungen zur Erreichung der Umweltziele im Bereich Biodiversität bestehen. Insgesamt wird eine positive Wirkung der Biodiversitätsförderflächen sichtbar, jedoch ist diese insbesondere in der Talzone nicht ausreichend. Im Berggebiet ist der Anteil an ökologisch wertvollen Flächen zwar höher, doch in den unteren Bergzonen unterscheiden sich die Werte gewisser Indikatoren kaum von denjenigen der Talzone. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Intensivierung der Landwirtschaft, die in der Vergangenheit hauptsächlich das Mittelland betraf, heute auch in den Bergregionen zunimmt. Um diesem Trend entgegenzuwirken, ist es wichtig, dass alle Akteure ihre gemeinsamen Anstrengungen verstärken, um eine produktive Landwirtschaft mit der Erhaltung der Biodiversität zu verbinden.

Einige der im Bericht zusammengefassten Ergebnisse sind bereits in die Weiterentwicklung der Agrarpolitik eingeflossen. Weitere, über diesen Bericht hinausgehende Auswertungen werden vertiefte Einsichten in die Mechanismen erlauben, welche die landwirtschaftliche Biodiversität beeinflussen. Die Zweiterhebung hat begonnen, so dass in Zukunft auch Entwicklungstrends beurteilt und in die Agrarpolitik integriert werden können.

Dr. Gabriele Schachermayr
Vizedirektorin
Bundesamt für Landwirtschaft

Dr. Franziska Schwarz
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt

Préface

La biodiversité est essentielle à la survie et au bien-être de l'être humain, notamment en termes de sécurité alimentaire. La diversité biologique et ses services écosystémiques représentent pour l'agriculture une base naturelle de production de denrées. Le paysage agricole est en même temps l'habitat de nombreuses plantes, champignons et animaux sauvages et cela doit continuer d'être le cas à l'avenir. La biodiversité agricole n'est pas un obstacle à la production agricole. Au contraire, elle est même la condition préalable à une production durable permettant d'atteindre les objectifs à long terme de sécurité alimentaire et de durabilité de la Confédération.

Toutefois, l'état général de la biodiversité en Suisse n'est pas satisfaisant. Plus d'un tiers des espèces sont actuellement menacées d'extinction. Il est donc impératif de poursuivre les mesures de conservation et de promotion de la biodiversité, et d'intensifier les efforts de conservation. La biodiversité – diversité des gènes, des espèces et des milieux – de même que les interactions entre ceux-ci sont cependant extrêmement complexes. Mieux on connaît les principaux facteurs influençant l'état de la biodiversité en général et de la biodiversité agricole en particulier, mieux on peut cibler les mesures et garantir leur efficacité.

C'est pourquoi, depuis 2015, Agroscope relève l'état de la diversité des espèces et des milieux dans le paysage agricole suisse sur mandat des Offices fédéraux de l'agriculture et de l'environnement. Quels sont les effets de l'agriculture sur la biodiversité? Les instruments de politique agricole sont-ils efficaces? Observe-t-on des différences régionales? Comment les espèces et les milieux réagissent-ils? Le programme ALL-EMA «Arten Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles» tente de répondre à ces questions. Il pose les bases afin que l'évaluation des évolutions futures et des questions relatives à la biodiversité agricole puisse se fonder sur des données scientifiques. Il bénéficie en outre de nombreuses synergies avec d'autres monitorings environnementaux, ce qui lui permet notamment d'inclure dans ses résultats les oiseaux et les papillons diurnes.

Le premier rapport d'évaluation est désormais disponible. Il montre quels seront les plus grands défis à relever pour atteindre les objectifs environnementaux dans le domaine de la biodiversité. L'effet des surfaces de promotion de la biodiversité est globalement positif, mais il est insuffisant, notamment en zone de plaine. La part de surfaces de grande valeur écologique est certes plus importante dans les régions de montagne, mais les valeurs de certains indicateurs des zones de basse montagne ne diffèrent guère de celles de la zone de plaine. Cela montre que l'intensification de l'agriculture, qui par le passé concernait principalement le Plateau, s'étend désormais également dans les régions de montagne. Afin de contrer cette tendance, il est important que tous les acteurs conjuguent leurs efforts, en vue de concilier une agriculture productive avec la conservation de la biodiversité.

Certains des résultats présentés ici ont déjà été intégrés dans le développement futur de la politique agricole. D'autres évaluations dépassant le cadre de ce rapport permettront de mieux comprendre les mécanismes qui influencent la biodiversité agricole. Le deuxième cycle de relevés a débuté, avec pour objectif d'évaluer et d'intégrer à la politique agricole les tendances observées.

Dr. Gabriele Schachermayr
Vice-directrice
Office fédéral de l'agriculture

Dr. Franziska Schwarz
Vice-directrice
Office fédéral de l'environnement

Zusammenfassung

In der Agrarlandschaft der Schweiz findet sich eine Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten. Viele sind auf landwirtschaftlich geprägte Lebensräume angewiesen. Deshalb trägt die Landwirtschaft eine grosse Verantwortung für verschiedene Ebenen der Biodiversität. Im Jahr 2008 wurden von den Bundesämtern für Umwelt (BAFU) und für Landwirtschaft (BLW) gemeinsam Umweltziele für die Landwirtschaft (UZL) festgelegt, darunter explizit der Erhalt und die Förderung der Biodiversität. Es wurde ein Set von Arten und Lebensräumen zusammengestellt, deren Vorkommen durch die Landwirtschaft gesichert und gefördert werden soll, die sogenannten UZL-Arten und -Lebensräume. Mit Biodiversitätsbeträgen an die Landwirte und Landwirtinnen werden z. B. finanzielle Anreize für Biodiversitätsförderflächen wie Hecken, artenreiche Wiesen, Hochstamm-Feldobstbäume und andere naturnahe Lebensräume angeboten.

Das [Monitoring-Programm ALL-EMA](#) (Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles) wurde im Auftrag der Bundesämter für Landwirtschaft BLW und Umwelt BAFU entwickelt. Dank der Zusammenarbeit der beiden Bundesämter beinhaltet ALL-EMA zusätzlich zum eigentlichen Monitoring eine Verknüpfung zu agrarpolitischen Instrumenten. Dies ermöglicht es, aus der systematischen Beobachtung der Biodiversität auch Schlussfolgerungen für die Verbesserung biodiversitätsfördernder Massnahmen zu ziehen. Somit erfüllt ALL-EMA drei Ziele:

1. Die systematische und wiederholte Erfassung von Zustand und Veränderungen in der Arten- und Lebensraumvielfalt gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft.
2. Die Beurteilung von Zustand und Veränderungen in der Arten- und Lebensraumvielfalt der Biodiversitätsförderflächen.
3. Die Bereitstellung von Daten und Analysen zur Beantwortung aktueller und zukünftiger Fragen bezüglich Arten- und Lebensraumvielfalt in der Schweizer Agrarlandschaft.

Die Datenerhebung in ALL-EMA erfolgt in Fünf-Jahres-Zyklen in insgesamt 170 Untersuchungsquadraten à 1 km², verteilt über die landwirtschaftlichen Zonen und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft. Jedes Jahr werden 20 % der Flächen kartiert und dabei Informationen zu Pflanzen, Lebensräumen, Brutvögeln und Tagfaltern festgehalten. Nach fünf Jahren ist die Erhebung jeweils vollständig. Die Kartierung der Pflanzen und Lebensräume erfolgt durch ALL-EMA, die Erhebungen der Tagfalter und Brutvögel durch das Biodiversitätsmonitoring Schweiz und das Monitoring Häufige Brutvögel der Schweiz.

Der vorliegende Bericht zeigt die Ergebnisse des ersten Fünf-Jahres-Zyklus von ALL-EMA. Dieser begann 2015 und wurde 2019 abgeschlossen. Anhand der vorliegenden Daten kann erstmals eine Zustandsbeschreibung erfolgen. Zur Beschreibung des Zustands der Arten- und Lebensraumvielfalt wurden fünf Hauptindikatoren berechnet und analysiert: Lebensraumvielfalt, räumliche Heterogenität der Lebensräume, mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt, Artenvielfalt (γ -Diversität) und mittlere Artenvielfalt (α -Diversität) (Kapitel 3.2). Diese Hauptindikatoren wurden mit sechs Zusatzindikatoren ergänzt: Probeflächen mit invasiven Neophyten, Artenvielfalt bedrohter Arten (γ -Diversität), Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften (β -Diversität), mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten, Gehölze und Gewässer (Kapitel 3.4). Einige dieser Haupt- und Zusatzindikatoren wurden auch dazu verwendet, den Zustand der Arten und Lebensräume in Biodiversitätsförderflächen zu beschreiben (Kapitel 4). Zur Berechnung des Flächenanteils der UZL-Lebensräume in der Agrarlandschaft wurden die systematischen Lebensraumerhebungen von ALL-EMA genutzt (Kapitel 5).

Die Ergebnisse von ALL-EMA zum Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Schweizer Agrarlandschaft zeigten allgemein, dass die Arten- und Lebensraumvielfalt in tieferen landwirtschaftlichen Zonen deutlich niedriger als in höheren Zonen war, sowohl auf lokaler als auch auf Landschaftsebene. Dies zeigt ein ausgeprägtes Defizit der Biodiversität in den tieferen Zonen auf. Der Hauptgrund dafür liegt vermutlich darin, dass die Landnutzungsdensität in den tieferen Zonen besonders hoch ist. Diese Vermutung wird unterstützt durch den ALL-EMA-Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten in Probeflächen» (Kapitel 3.4.4).

In Biodiversitätsförderflächen mit Qualitätsstufe 2 waren die Arten- und Lebensraumvielfalt im Allgemeinen am höchsten, in Biodiversitätsförderflächen mit Qualitätsstufe 1 leicht tiefer, und in Kontrollflächen am tiefsten. Der Unterschied in der Arten- und Lebensraumvielfalt zwischen Biodiversitätsförderflächen (Qualitätsstufe 1 und 2) und Kontrollflächen nahm generell von der Talzone zum Sömmerungsgebiet ab und zeigt die grosse Bedeutung von Biodiversitätsförderflächen zur Förderung der Arten- und Lebensraumvielfalt in tiefen Zonen. Nichtsdestotrotz ist die Bedeutung der Biodiversitätsförderflächen auch in höheren Zonen gross, weil auch dort ein Druck zur stärkeren Intensivierung von gut erreichbaren Flächen besteht. Andererseits wird sie dort vermutlich das Aufgeben der Bewirtschaftung schlechter erreichbarer Flächen reduzieren können, was zu einer Verbuschung führen würde und eine Gefahr für den Arten- und Lebensraumreichtum darstellt.

Der Anteil der UZL-Lebensräume war in den tieferen Zonen am niedrigsten und erreichte die höchsten Werte in höheren Zonen. Diese Ergebnisse widerspiegeln die Muster der Haupt- und Zusatzindikatoren. Sie zeigen auf, dass vermutlich die generell intensivere Bewirtschaftung in tieferen Zonen die Hauptursache für den geringen Anteil an UZL-Lebensräumen ist und unterstreichen den Befund eines grossen Defizits an Arten- und Lebensraumvielfalt in diesen Bereichen der Agrarlandschaft. Aus den Ergebnissen ergibt sich ein Handlungsbedarf.

Die Resultate der nächsten Erhebungszyklen von ALL-EMA werden zeigen, ob sich das Defizit in der Arten- und Lebensraumvielfalt in den tieferen Zonen verringert und der relativ gute Zustand in den höheren Zonen erhalten bleibt. Solche Entwicklungen aufzuzeigen ist eine wichtige Aufgabe von ALL-EMA im Hinblick auf das Ergreifen von Massnahmen, um einen weiteren Verlust der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Agrarlandschaft zu verhindern, respektive den Erhalt des jetzigen Zustandes zu gewährleisten. In Zukunft wird bei ALL-EMA zunehmend mehr Gewicht auf die Erfassung und Analyse der Ursachen für die beobachteten Entwicklungen gelegt werden. Damit sollen mehr Hinweise darauf gewonnen werden, welche Gründe zu Veränderungen in der Biodiversität der schweizerischen Agrarlandschaft führen, und welche Massnahmen, die im Rahmen der agrarpolitischen Instrumente gefördert werden, wirkungsvoll sind.

Résumé

État de la biodiversité dans le paysage agricole suisse Rapport d'évaluation ALL-EMA 2015–2019

Le paysage agricole suisse abrite une grande diversité d'espèces animales et végétales. Nombre d'entre elles dépendent de milieux façonnés par l'agriculture. Celle-ci porte de ce fait une grande responsabilité dans le maintien de la biodiversité. En 2008, les Offices fédéraux de l'environnement (OFEV) et de l'agriculture (OFAG) ont défini conjointement des objectifs environnementaux pour l'agriculture (OEA), parmi lesquels figurent explicitement la conservation et la promotion de la biodiversité. Une liste des espèces et des milieux naturels que l'agriculture doit conserver et promouvoir a été établie (espèces et milieux naturels OEA). Dans le cadre des contributions à la biodiversité pour les agriculteurs-trices, des incitations financières sont par exemple proposées pour les surfaces de promotion de la biodiversité, telles que haies, prairies riches en espèces, arbres fruitiers haute-tige et autres milieux proches de l'état naturel.

Le [programme de monitoring ALL-EMA](#) (Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles) a été développé sur mandat des Offices fédéraux de l'agriculture OFAG et de l'environnement OFEV. Grâce à la coopération entre les deux offices, ALL-EMA comprend, outre le monitoring proprement dit, un lien vers les instruments de politique agricole. Il est par conséquent possible de tirer de l'observation systématique de la biodiversité des enseignements permettant d'en améliorer les mesures de promotion. ALL-EMA remplit ainsi trois objectifs:

1. Le relevé systématique et périodique de l'état et de l'évolution de la diversité des espèces et des milieux, selon les objectifs environnementaux pour l'agriculture.
2. L'évaluation de l'état et de l'évolution de la diversité des espèces et des milieux dans les surfaces de promotion de la biodiversité.
3. La mise à disposition de données et d'analyses afin de répondre aux questions actuelles et futures sur la diversité des espèces et des milieux dans le paysage agricole suisse.

Le relevé des données du programme ALL-EMA se déroule sur des cycles de cinq ans dans 170 carrés d'étude de 1 km², répartis selon les zones agricoles et les principales régions des objectifs environnementaux pour l'agriculture. Chaque année, les collaborateurs-trices d'ALL-EMA cartographient 20 % des carrés kilométriques, recensant des informations sur les plantes, les milieux, les oiseaux nicheurs et les papillons diurnes. Après cinq ans, le relevé est ainsi complet. La cartographie des plantes et des milieux est réalisée dans le cadre d'ALL-EMA, le relevé des papillons et des oiseaux est pris en charge par le monitoring de la biodiversité en Suisse et par le monitoring des oiseaux nicheurs répandus de Suisse.

Le présent rapport documente les résultats du premier cycle de cinq ans du programme ALL-EMA. Celui-ci a commencé en 2015 et s'est achevé en 2019. Sur la base des données disponibles, une description de l'état des lieux a été faite pour la première fois. Afin de décrire l'état de la diversité des espèces et des milieux, cinq indicateurs principaux ont été calculés et analysés: la diversité des milieux, leur hétérogénéité spatiale, la diversité moyenne des espèces typiques des différents milieux, la diversité des espèces (diversité- γ) et la diversité moyenne des espèces (diversité- α) (chapitre 3.2). Ces indicateurs principaux ont été complétés par six autres indicateurs: surfaces d'échantillonnage avec néophytes envahissantes, diversité des espèces menacées (diversité- γ), dissimilarité des associations végétales (diversité- β), valeur moyenne des indicateurs en nutriments des espèces végétales, bosquets et eaux (chapitre 3.4). Certains de ces indicateurs principaux et complémentaires ont également servi à décrire l'état de la biodiversité des espèces et des milieux dans les surfaces de promotion de la biodiversité (chapitre 4). Les relevés systématiques des milieux effectués dans le cadre d'ALL-EMA ont en outre été utilisés pour calculer la part occupée par les milieux OEA dans le paysage agricole (chapitre 5).

Les résultats du programme ALL-EMA sur l'état de la diversité des espèces et des milieux dans le paysage agricole suisse ont montré de manière générale que cette diversité était nettement plus faible dans les zones agricoles de basse altitude que dans les zones de plus haute altitude, et cela tant à l'échelle locale qu'à l'échelle du paysage – signe d'un déficit important de biodiversité dans les zones plus basses. La raison principale en est probablement que l'intensité d'utilisation des terres y est particulièrement élevée. L'indicateur ALL-EMA « valeurs moyennes des indicateurs en nutriments des espèces végétales dans les surfaces d'échantillonnage » vient appuyer cette hypothèse.

La diversité des espèces et des milieux était de manière générale la plus élevée dans les surfaces de promotion de la biodiversité du niveau de qualité II; elle était légèrement inférieure dans les surfaces de promotion du niveau de qualité I, et était la plus faible dans les surfaces agricoles témoins. La différence de diversité des espèces et des milieux entre les surfaces de promotion de la biodiversité (niveaux de qualité I et II) et les surfaces témoins diminuait d'une manière générale de la zone de plaine à la région d'estivage. Cela montre l'importance des surfaces de promotion de la biodiversité dans le soutien aux espèces et milieux à basse altitude. Ces surfaces de promotion jouent par ailleurs un rôle important également dans les zones plus élevées en altitude, car la pression d'intensification sur les surfaces facilement accessibles s'y fait également sentir. D'un autre côté, cette intensification pourrait éventuellement diminuer la tendance à l'abandon de certaines surfaces plus difficilement accessibles, où l'avancée de l'embroussaillage constituerait une menace pour la diversité des espèces et des milieux.

La part de milieux OEA était la plus faible à basse altitude et atteignait ses meilleures valeurs dans les zones plus élevées. Ces résultats reflètent l'état de la diversité des espèces et des milieux décrits par les indicateurs principaux et complémentaires. Ils montrent que l'exploitation, généralement plus intensive dans les zones de basse altitude, est probablement la principale raison de la faible part de milieux OEA. Ils soulignent l'important déficit constaté en termes de diversité des espèces et des milieux dans cette partie du paysage agricole et montrent qu'il est nécessaire d'agir.

Les résultats des prochains cycles de relevés d'ALL-EMA montreront si le déficit de diversité des espèces et des milieux à basse altitude se réduit et si l'état relativement bon dans les zones plus élevées se maintient. Identifier de telles évolutions est une tâche importante du programme ALL-EMA. On pourra ainsi prendre les mesures nécessaires pour éviter que le déclin de la diversité des espèces et des milieux dans le paysage agricole ne se poursuive, ou pour garantir le maintien de l'état actuel. À l'avenir, ALL-EMA mettra de plus en plus l'accent sur le relevé et l'analyse des causes des évolutions observées. On devrait ainsi mieux comprendre les raisons des changements dans la biodiversité du paysage agricole suisse et, parmi les mesures préconisées par les instruments de politique agricole, mieux identifier celles qui sont efficaces.

Riassunto

Stato della biodiversità nel paesaggio agricolo svizzero Rapporto sullo stato ALL-EMA 2015–2019

Il paesaggio agricolo della Svizzera ospita una moltitudine di specie vegetali e animali, tante delle quali dipendono dagli habitat caratterizzati dallo sfruttamento agricolo. L'agricoltura assume dunque una grande responsabilità a vari livelli della biodiversità. Nel 2008, l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) e l'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) hanno definito congiuntamente gli obiettivi ambientali per l'agricoltura (OAA), tra cui figura esplicitamente la conservazione e la promozione della biodiversità. È stato stilato un elenco di specie e habitat - le cosiddette specie e habitat OAA - la cui presenza deve essere salvaguardata e promossa dall'agricoltura. Con i contributi per la biodiversità agli agricoltori, per esempio, vengono offerti incentivi finanziari per le superfici di promozione della biodiversità, ad esempio per le siepi, i prati ad alta varietà di specie, gli alberi da frutto ad alto fusto e gli altri habitat seminaturali.

Il [programma di monitoraggio ALL-EMA](#) (specie e habitat in agricoltura) è stato sviluppato su incarico dell'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) e dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM). Grazie alla collaborazione tra questi due uffici federali, ALL-EMA include anche un collegamento con gli strumenti di politica agricola, in aggiunta al monitoraggio vero e proprio. Ciò permette di trarre conclusioni dall'osservazione sistematica della biodiversità per migliorare le misure di promozione della stessa. Il programma ALL-EMA persegue tre obiettivi in contemporanea:

1. registrazione sistematica e ripetuta dello stato e dei cambiamenti della diversità delle specie e degli habitat secondo gli OAA;
2. valutazione dello stato e dei cambiamenti nella diversità delle specie e degli habitat delle superfici di promozione della biodiversità;
3. analisi e fornitura dei dati per rispondere alle domande attuali e future sulla diversità delle specie e degli habitat nel paesaggio agricolo svizzero.

I dati di ALL-EMA sono rilevati con cadenza quinquennale su un totale di 170 quadrati da 1 km² ciascuno, distribuiti nelle zone agricole e nelle regioni principali degli OAA. Ogni anno si mappa il 20% delle superfici, registrando informazioni su piante, habitat, uccelli nidificanti e farfalle. Dopo cinque anni, i rilievi risultano completi. Il progetto ALL-EMA è dedicato alla mappatura di piante e habitat, mentre il Monitoraggio della biodiversità in Svizzera e il Monitoraggio degli uccelli nidificanti sono finalizzati a rilevare rispettivamente farfalle e uccelli.

Il presente rapporto riassume i risultati del primo ciclo quinquennale di ALL-EMA, iniziato nel 2015 e completato nel 2019. Sulla base dei dati disponibili, per la prima volta è possibile illustrare la situazione attuale. Cinque indicatori principali sono stati calcolati e analizzati per descrivere lo stato della diversità delle specie e degli habitat: diversità degli habitat, eterogeneità spaziale degli habitat, diversità media delle specie tipiche negli habitat, diversità delle specie (γ -diversità) e diversità media delle specie (α -diversità) (cap. 3.2). Questi indicatori principali sono stati completati con sei indicatori aggiuntivi: superfici campione con neofite invasive, diversità delle specie minacciate (γ -diversità), dissimilarità delle comunità vegetali (β -diversità), valori medi degli indicatori di nutrienti delle specie vegetali, degli alberi e delle acque (cap. 3.4). Alcuni di questi indicatori principali e aggiuntivi sono stati utilizzati anche per descrivere lo stato delle specie e degli habitat nelle superfici di promozione della biodiversità (cap. 4). I rilievi sistematici degli habitat ALL-EMA sono serviti per calcolare la quota di superfici coperte da habitat OAA nel paesaggio agricolo (cap. 5).

Secondo i risultati di ALL-EMA sullo stato della diversità delle specie e degli habitat nel paesaggio agricolo svizzero, nel complesso la diversità delle specie e degli habitat nelle zone agricole risultava significativamente inferiore alle altitudini più basse rispetto a quelle più alte, sia a livello locale che paesaggistico. Ciò indica un deficit marcato di biodiversità nelle zone più basse. La ragione principale è probabilmente riconducibile all'intensità di utilizzo del territorio, particolarmente elevata alle altitudini più basse. Questa ipotesi è supportata dall'indicatore ALL-EMA sui valori medi degli indicatori di nutrienti delle specie vegetali nelle superfici campione.

La diversità delle specie e degli habitat era nel complesso maggiore nelle superfici di promozione della biodiversità di livello qualitativo II, leggermente inferiore nelle superfici di promozione della biodiversità di livello qualitativo I e presentava il valore minimo nelle superfici di controllo. La differenza nella diversità delle specie e degli habitat tra le superfici di promozione della biodiversità (livelli qualitativi I e II) e quelle di controllo diminuiva in genere dalla zona di pianura alla regione di estivazione, un dato indicativo della notevole importanza delle superfici di promozione della biodiversità alle altitudini più basse. Le superfici di promozione della biodiversità risultano tuttavia molto importanti anche alle altitudini più alte, dove si avverte la pressione per intensificare maggiormente le superfici facilmente accessibili. In tali zone probabilmente si riuscirà a ridurre l'abbandono della gestione delle superfici meno accessibili, il che porterebbe a un avanzamento del bosco e metterebbe a repentaglio la ricchezza delle specie e degli habitat.

La quota di habitat OAA era minima alle altitudini più basse e massima alle altitudini più alte. Questi risultati riflettono la descrizione della diversità delle specie e degli habitat attraverso gli indicatori principali e aggiuntivi, secondo i quali la gestione generalmente più intensiva alle altitudini più basse è probabilmente la causa principale dell'esigua percentuale di habitat OAA. Tali indicatori evidenziano inoltre un notevole deficit nella diversità delle specie e degli habitat in queste regioni del paesaggio agricolo. Dai risultati emerge la necessità d'intervenire.

I risultati dei prossimi cicli di rilievi di ALL-EMA mostreranno se il deficit nella diversità delle specie e degli habitat alle altitudini più basse si è ulteriormente ridotto e se lo stato relativamente buono alle altitudini più alte è mantenuto. L'identificazione di tali sviluppi è un compito importante di ALL-EMA, allo scopo di adottare misure per prevenire ulteriori perdite nella diversità delle specie e degli habitat nel paesaggio agricolo o per permetterne la conservazione allo stato attuale. In futuro, ALL-EMA attribuirà sempre più importanza alla registrazione e all'analisi delle cause degli sviluppi osservati. Questo dovrebbe fornire maggiori indicazioni sui motivi dei cambiamenti della biodiversità nel paesaggio agricolo svizzero e sulle misure più efficaci promosse nel quadro degli strumenti di politica agricola.

Summary

The State of Biodiversity in the Swiss Agricultural Landscape ALL-EMA 2015-2019 Status Report

Numerous plant and animal species are found in Switzerland's agricultural landscape. Many depend upon habitats shaped by agriculture. For this reason, agriculture bears a major responsibility for various levels of biodiversity. In 2008, the Federal Offices for the Environment (FOEN) and Agriculture (FOAG) jointly determined Agriculture-Related Environmental Objectives (AEOs), explicitly including the conservation and promotion of biodiversity. A set of species and habitats was compiled whose occurrence was to be safeguarded and promoted by agriculture – the so-called AEO Species and Habitats. Biodiversity payments to farmers offer e.g. financial incentives for biodiversity priority areas such as hedgerows, species-rich meadows, standard fruit trees and other semi-natural habitats.

The [ALL-EMA Monitoring Programme](#) ('ALL-EMA' being a German/French acronym for 'Agricultural Species and Habitats') was developed on behalf of the Federal Offices for Agriculture FOAG and the Environment FOEN. Thanks to the collaboration of both federal offices, ALL-EMA includes a link to agricultural policy instruments in addition to the actual monitoring. This also equips it to draw conclusions for improving biodiversity promotion measures from the systematic monitoring of biodiversity. ALL-EMA therefore fulfils three objectives:

1. The systematic and repeated recording of the state of and changes in the diversity of species and habitats, according to the Agriculture-Related Environmental Objectives;
2. The assessment of the state of and changes in the diversity of species and habitats of the biodiversity priority areas;
3. The provision of data and analyses for answering current and future questions concerning the diversity of species and habitats in the Swiss agricultural landscape.

Data collection in ALL-EMA is conducted in five-year cycles in a total of 170 1 km² survey squares distributed over the agricultural zones and the main regions of the Agriculture-Related Environmental Objectives. Every year, 20% of the areas are mapped, and information on plants, habitats, butterflies and nesting birds is simultaneously recorded. Each survey is complete after five years. The plants and habitats are mapped by ALL-EMA, whilst the surveys of butterflies and nesting birds are conducted by the Biodiversity Monitoring Switzerland and the 'Monitoring Common Nesting Birds of Switzerland' programme.

This report presents the results of the first ALL-EMA five-year cycle, which began in 2015 and was concluded in 2019. Based on the available data, a status description can be created for the first time. Five main indicators were calculated and analysed to describe the state of the diversity of species and habitats: habitat diversity, spatial heterogeneity of habitats, average habitat-typical species diversity, landscape-scale species diversity (γ diversity) and local species diversity (α diversity) (Chapter 3.2). These main indicators were supplemented with six additional indicators: proportion of samples with invasive neophytes, landscape-scale species diversity of threatened species, dissimilarity of the plant communities (β diversity), average nutrient indicator values of the plant species, wooded areas, and water bodies (Chapter 3.4). Some of these main and additional indicators were also used to describe the state of the species and habitats in biodiversity priority areas (Chapter 4). ALL-EMA's systematic habitat surveys were used to calculate the area percentage of the AEO habitats in the agricultural landscape (Chapter 5).

In general, the diversity of species and habitats in agricultural zones at lower altitudes was significantly lower than in higher zones both at local and landscape scale, highlighting a marked biodiversity deficit in the lower zones. The most likely reason for this was the particularly high land-use intensity in the lowland zones. An investigation of the ALL-EMA indicator 'Average nutrient indicator scores of plant species in survey squares' supported this assumption.

The diversity of species and habitats was highest overall in the biodiversity priority areas of quality level 2, slightly lower in the biodiversity priority areas of quality level 1, and lowest in the control areas. The difference in the diversity of species and habitats between the biodiversity priority areas (quality levels 1 and 2) and the control areas generally decreased from the plain zone to the summer grazing area, and shows the great importance of biodiversity priority areas in promoting the diversity of species and habitats in lowland zones. Despite this, biodiversity priority areas are also important in higher zones, serving to counteract the pressure of increasing management intensity in easily accessible areas. In addition, they potentially prevent the abandonment of management of poorly accessible areas, which leads to scrub encroachment and poses a danger for the richness of species and habitats.

The percentage of AEO habitats was lowest in the lowland zones, and reached the highest values in higher zones. These results reflect the description of the diversity of species and habitats given by the main and additional indicators. They show that the generally more-intensive management at lower altitudes is likely to be the main reason for the low percentage of AEO habitats, and highlight the discovery of a major deficit in the diversity of species and habitats in these areas of the agricultural landscape. The results show a need for action.

The findings of the next ALL-EMA survey cycles will show whether the deficit in the diversity of species and habitats in the lowland zones is decreasing and the relatively good conditions at higher elevations are being maintained. Identifying such developments is an important task for ALL-EMA, enabling it to take measures to prevent further loss of the diversity of species and habitats in the agricultural landscape and to ensure that the present situation is maintained or improved. In future, ALL-EMA will place stronger emphasis on the reasons for the developments observed by recording and analysing additional data. This should provide more information on the causes of changes in biodiversity in the Swiss agricultural landscape, and on the effectiveness of different measures promoted within the framework of the agricultural policy instruments.

1. Einleitung

Die Agrarlandschaft in der Schweiz ist Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten. Diese sind an die verschiedenen landwirtschaftlichen Lebensräume – und ihre räumliche Vielfalt – angepasst und von der Landwirtschaft abhängig (Walter et al., 2010). Die Schweizer Bäuerinnen und Bauern tragen somit eine grosse Verantwortung für die Biodiversität in der Schweiz, basierend auf den agrarpolitischen Entscheidungen und dem Verhalten der Konsumentinnen und Konsumenten. Dem wurde im Jahr 2008 mit der Formulierung von Umweltzielen Rechnung getragen (BAFU und BLW, 2008). Für den Bereich Biodiversität wurde festgehalten: «Die Landwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Dies umfasst die Aspekte 1. Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen, 2. genetische Vielfalt innerhalb der Arten sowie 3. funktionale Biodiversität» (zitiert aus BAFU und BLW, 2008, S. 30). Diese Anliegen werden durch ein agrarpolitisches Instrumentarium gefördert. Es beinhaltet zum Beispiel den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) und spezifische Beiträge für die Anlage und Pflege von Biodiversitätsförderflächen (BFF).

Um die Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume zu evaluieren, hat Agroscope das [Monitoring-Programm ALL-EMA](#) (Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles) im Auftrag der Bundesämter für Landwirtschaft (BLW) und Umwelt (BAFU) entwickelt.

1.1 Ziele von ALL-EMA

Das Monitoring-Programm ALL-EMA verfolgt drei Ziele, die auf die Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume (BAFU und BLW, 2008), sowie auf politische Instrumente zur Erreichung dieser Ziele (d. h. Biodiversitätsförderflächen) ausgerichtet sind (Abb. 1):

- 1) Monitoring Umweltziele Landwirtschaft Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume**
Erfassung von Zustand und Veränderung der Arten- und Lebensraumvielfalt gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft in der Agrarlandschaft der Schweiz.
- 2) Evaluation Biodiversitätsförderflächen**
Beurteilung von Zustand und Veränderung der Arten- und Lebensraumvielfalt in Biodiversitätsförderflächen.
- 3) Forschung**
Bereitstellung von Daten und Analysen zur Beantwortung aktueller und zukünftiger Fragen bezüglich Arten- und Lebensraumvielfalt in der Schweizer Agrarlandschaft.

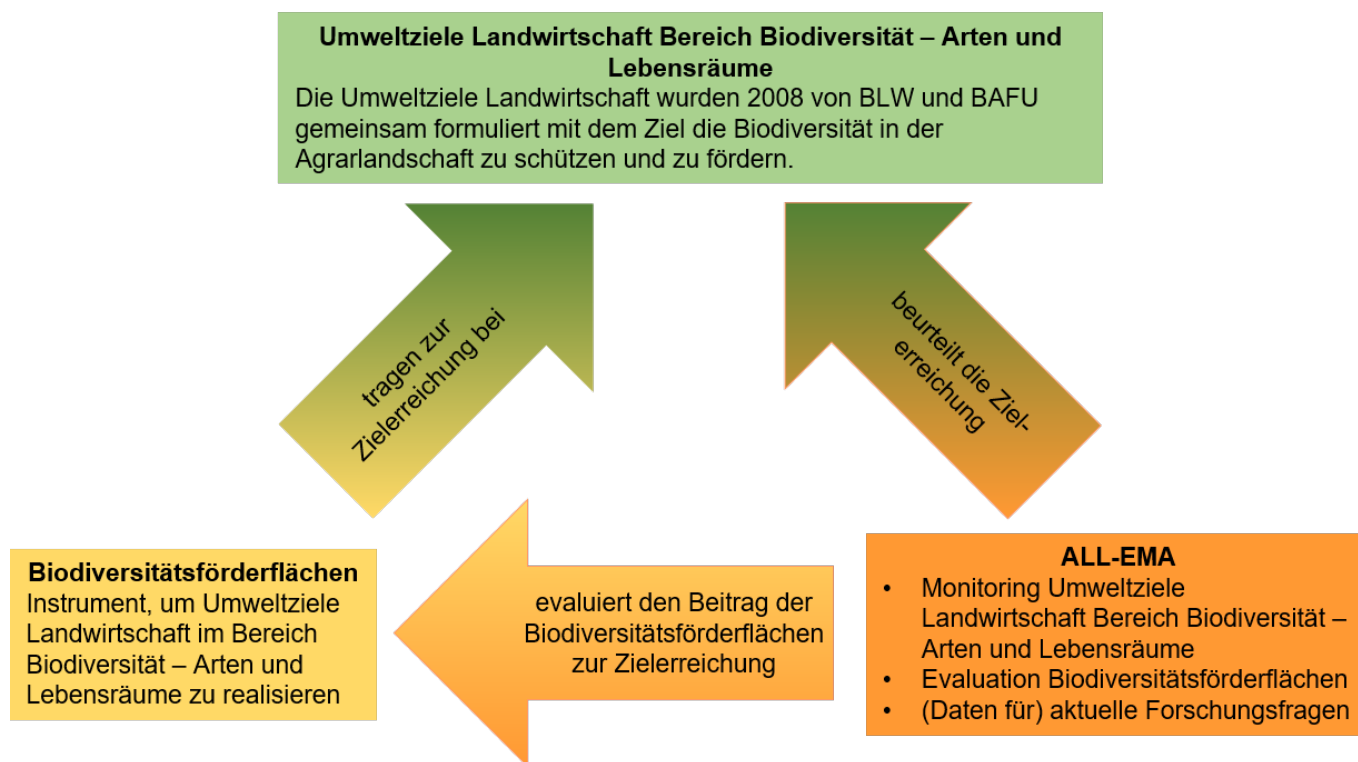


Abbildung 1: Darstellung der Ziele «Monitoring Umweltziele Landwirtschaft Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume» und «Evaluation Biodiversitätsförderflächen» von ALL-EMA im Kontext der politischen Instrumente «Umweltziele Landwirtschaft» und «Biodiversitätsförderflächen».

1.2 Einbettung von ALL-EMA in die nationalen Monitoringprogramme von BLW und BAFU

ALL-EMA ist als Indikator für den Bereich «Biodiversität und Landschaft» im [Agrarumweltmonitoring des BLW](#) verankert. ALL-EMA füllt eine Lücke im Set der nationalen Monitoringprogramme für die Biodiversität der Schweiz, die vom BAFU verantwortet werden. Ergänzend zum [Landesforstinventar \(LFI\)](#) untersucht ALL-EMA die mittelhäufigen, für die Landwirtschaft relevanten Arten und Lebensräume (Abb. 2).

Im Vergleich dazu untersuchen das [Biodiversitätsmonitoring Schweiz \(BDM\)](#) häufige und weit verbreitete Arten und die [Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz \(WBS\)](#), die Projekte zur Revision der [Roten Liste der Gefässpflanzen](#) sowie [Lebensräume](#) die geschützten und seltenen Arten und Lebensräume. ALL-EMA nutzt Synergien zu den bestehenden Programmen, indem beispielsweise Daten aus dem allgemeinen BDM und dem [Monitoring Häufige Brutvogelarten \(MHB\)](#) direkt in die Auswertungen für die Agrarlandschaft einfließen, und Erkenntnisse aus den anderen Programmen genutzt werden.

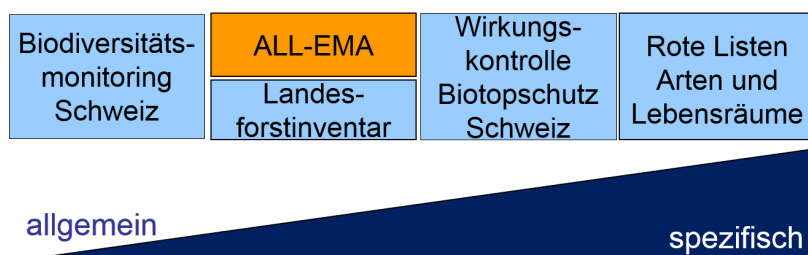


Abbildung 2: ALL-EMA schliesst die Datenlücken zu den mittelhäufigen und mittelseltenen Lebensräumen in der Agrarlandschaft der Schweiz und liegt auf einem Spezifitätsgradienten auf vergleichbarer Position wie das Landesforstinventar, das sich auf die bewaldete Fläche der Schweiz konzentriert.

1.3 Zeitplan

Die Datenerhebung in ALL-EMA erfolgt in Fünf-Jahres-Zyklen in insgesamt 170 Untersuchungsquadraten à 1 km², verteilt über die landwirtschaftlichen Zonen und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft. Jedes Jahr werden 20 % der Untersuchungsquadrate zufällig über die ganze Schweiz verteilt kartiert, so dass nach fünf Jahren die Erhebung vollständig ist. Der erste Fünf-Jahres-Zyklus begann im Jahr 2015 und wurde im Jahr 2019 abgeschlossen.

Anhand der vorliegenden Daten des ersten Erhebungszyklus von ALL-EMA kann nun eine erste Zustandsbeschreibung erfolgen. Veränderungen in der Arten- und Lebensraumvielfalt werden sich erst nach Abschluss weiterer Erhebungszyklen zeigen lassen.

2 Datengrundlage und Auswertungseinheiten

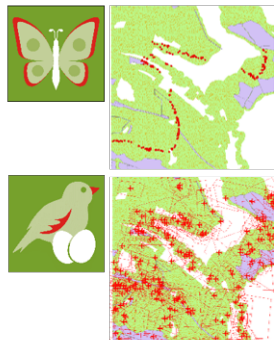
2.1 Datengrundlage

Die Untersuchungseinheiten des Monitoringprogrammes sind so über die landwirtschaftlichen Zonen und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft verteilt, dass verlässliche Auswertungen zu Ähnlichkeiten und Unterschieden zwischen diesen Zonen bzw. Regionen möglich sind (Abb. 3). Hierfür wurde aus den 450 Quadraten (jeweils 1 km² Fläche) des Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) eine gewichtete Stichprobe von 170 Quadraten gezogen. Die Datenerhebung in ALL-EMA erfolgt in Fünf-Jahres-Zyklen, d. h. es werden jährlich 34 Quadrate, also 20 % der gesamten Stichprobe, bearbeitet. Die Daten zu Tagfaltern (Koordinaten der Beobachtungen auf 2.5 km langen Transekten) und Brutvögeln (Kartierung der Reviere) in diesen Quadraten, die jeweils im gleichen Jahr des Fünf-Jahres-Zyklus durch das BDM und das Monitoring Häufige Brutvogelarten erhoben und ALL-EMA zur Verfügung gestellt werden, können so miteinbezogen und zur Berechnung der Indikatoren¹ sowie zur Bearbeitung von Forschungsfragen genutzt werden.

Für ALL-EMA wird innerhalb der Quadrate ausschliesslich die Agrarlandschaft detailliert untersucht. Ausgeschlossen werden Flächen wie Wald oder Siedlung. Wenn im Folgenden der Begriff Untersuchungsquadrat verwendet wird, dann bezieht sich dieser nur auf die Agrarlandschaft innerhalb eines 1-km²-Quadrats. Innerhalb der Untersuchungsquadrate werden einerseits flächendeckend mittels Luftbildinterpretation die Lage und Flächenausdehnung aller Gehölze erfasst und die Lage und Flächenausdehnung der Biodiversitätsförderflächen aufgenommen. Andererseits wird über jedes Untersuchungsquadrat ein 50-Meter-Raster gelegt. Jeder Schnittpunkt dieses 50-Meter-Rasters, der in der Agrarlandschaft liegt, wird dann draussen im Feld aufgesucht. An Ort und Stelle wird eine Lebensraumerhebung durchgeführt. Diese beinhaltet u. a. die Zuordnung der dortigen Kreisfläche von 10 m² zu einem Lebensraumtyp nach Delarze et al. (2008) auf der Basis eines Lebensraumschlüssels (Buholzer et al., 2018). Weiter werden auf denselben Probeflächen charakteristische Lebensraumtyp-Arten bestimmt (s. u.) und auf erweiterten Kreisflächen von 200 m² das Auftreten von invasiven Neophyten protokolliert. Auf rund 10 % dieser Probeflächen mit Lebensraumerhebungen wird anschliessend eine vollständige Vegetationsaufnahme inklusive Deckungsschätzung erstellt (Kreisfläche von 10 m²). Dabei werden artenreiche und mittelhäufige bis mittelseltene Lebensraumtypen überproportional berücksichtigt, um die hier bestehenden Datenlücken zu füllen. Zusätzliche Erhebungen in Biodiversitätsförderflächen ausserhalb des 50-Meter-Rasters folgen einem Auswahlprinzip, das seltenere Typen von Biodiversitätsförderflächen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit auswählt, damit zu möglichst vielen Biodiversitätsförderflächen-Typen auch statistisch verwertbare Einzelauswertungen gemacht werden können. Auf allen diesen zusätzlichen Probeflächen wurden sowohl die beschriebene Lebensraumerhebung als auch eine Vegetationsaufnahme durchgeführt.

¹ Die Rohdaten für die Indikatoren zu Tagfaltern und Brutvögeln werden zur Berechnung der ALL-EMA-Indikatoren vorgängig auf Erhebungen in der Agrarlandschaft reduziert.

BDM-Stichprobe
450 x 1 km²



Landwirtschaftliche
Zonen



ALL-EMA

- 170 Untersuchungsquadrate mit Gehölzabgrenzung
- 32 471 Lebensraumerhebungen (plus 868 auf Biodiversitätsförderflächen)
- 3 206 Vegetationsaufnahmen (plus 860 auf Biodiversitätsförderflächen)

Abbildung 3: Die Stichprobenziehung von ALL-EMA im Überblick: Als Grundlage zur Auswahl der Quadrate diente die Z7-Stichprobe des Biodiversitätsmonitorings der Schweiz (BDM) mit 450 Quadraten von je 1 km² Ausdehnung, in welchen u. a. zeitgleich Rohdaten zu Tagfaltern durch das BDM und zu Brutvögeln durch das Monitoring Häufige Brutvogelarten erhoben wurden. Für ALL-EMA wurden davon 170 Quadrate ausgewählt. Für die Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen wurde ein 50-Meter-Raster in die Quadrate gelegt. Auf jedem Schnittpunkt des Rasters innerhalb der Agrarlandschaft wurde eine Lebensraumerhebung durchgeführt (rote Punkte in der Karte oben rechts; Anzahl = 32 471). Auf rund zehn Prozent der Lebensraumerhebungen wurden im Anschluss detaillierte Vegetationsaufnahmen erstellt (rote Sternchen in der Karte oben rechts; Anzahl = 3206). Weitere Probestellen wurden für Biodiversitätsförderflächen bestimmt, wo sowohl eine Lebensraumerhebung als auch eine Vegetationsaufnahme durchgeführt wurden (violette Sternchen in der Karte oben rechts; Anzahl Lebensraumerhebungen = 868, Anzahl Vegetationsaufnahmen = 860). Die Rohdaten der Tagfalter und Brutvögel wurden so bearbeitet, dass nur diejenigen Datenpunkte in die Analyse einfließen, die effektiv in der Agrarlandschaft erhoben wurden (Farbgebung der Beispielskarten: grün – Agrarlandschaft, violett – Biodiversitätsförderflächen, weiss – keine Agrarlandschaft, z. B. Wald oder Siedlung).

2.2 Auswertungseinheiten

Die Datenauswertung erfolgte einerseits für die Agrarlandschaft der gesamten Schweiz. Andererseits wurden die landwirtschaftlichen Zonen (BLW, 2021, Abb. 4 und Tab. 1) und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft (Walter et al., 2013, Abb. 4 und Tab. 2) separat analysiert. Die Bergzonen I und II wurden zur unteren Bergzone zusammengefasst, die Bergzonen III und IV zur oberen Bergzone. Klassierungen dieser Art sind sehr breit und berücksichtigen nur bestimmte Kriterien. Das bedeutet, dass für bestimmte Fragestellungen der Grenzwert zwischen den Klassen willkürlich wirken kann. Zum Beispiel könnten sich in Bezug auf Bewirtschaftungsmuster daher teilweise grössere Ähnlichkeiten unter den Bergzonen I, II und III als zwischen den Bergzonen III und IV finden.

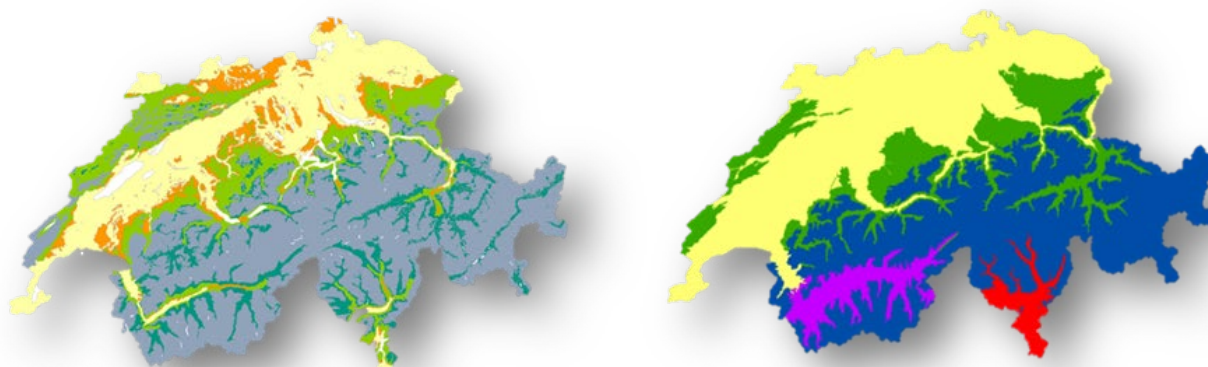


Abbildung 4: Landwirtschaftliche Zonen (links) und Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft (rechts). Quelle: BLW, 2021; Walter et al., 2013.

Tabelle 1: Übersicht über die Anzahl Untersuchungsquadrate, Probeflächen mit Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen in den landwirtschaftlichen Zonen auf dem 50-Meter-Raster und in Klammern die zusätzlichen Erhebungen in Biodiversitätsförderflächen (Fotos: 1. Matthias Tschumi, 2. und 3. Gabriela Hofer, 4. und 5. Gabriela Brändle).

Landwirtschaftliche Zone	Hauptnutzung	Untersuchungs-quadrate	Lebensraum-erhebungen	Vegetations-aufnahmen
Talzone (TZ)				
	Fruchtfolgeflächen Wiesen und Weiden Obstanlagen	35	7686 (273)	670 (272)
Hügelzone (HZ)				
	Wiesen und Weiden Streuobstwiesen Fruchtfolgeflächen	22	4091 (133)	395 (131)

Untere Bergzonen I und II (UB)


Wiesen und Weiden

37

7555
(259)

720
(258)

Obere Bergzonen III und IV (OB)


Wiesen und Weiden

29

5145 (154)

557 (152)

Sömmerungsgebiet (SG)


Alpwirtschaft

47

7994 (49)

864 (47)

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl Untersuchungsquadrate, Probeflächen mit Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen in den Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft auf dem 50-Meter-Raster und in Klammern die zusätzlichen Erhebungen in Biodiversitätsförderflächen (Fotos: Alexander Indermaur).

Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft	Hauptnutzung	Untersuchungs-quadrate	Lebensraum-erhebungen	Vegetations-aufnahmen
Mittelland, tiefe Lagen Jura, Talböden nördlicher Alpenrand (mi) 	Fruchtfolgeflächen Wiesen und Weiden	58	12 293 (411)	1085 (410)
Alpen (al) 	Alpwirtschaft	45	7782 (96)	826 (92)
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen (gl) 	Wiesen und Weiden Alpwirtschaft	40	9029 (293)	780 (290)

Tiefe Lagen Wallis (vs) 	Reb- und Obstbau Wiesen und Weiden Fruchtfolgeflächen	15	2458 (39)	286 (39)
Südlicher Alpenrand (ti) 	Wiesen und Weiden Fruchtfolgeflächen Reben	12	909 (29)	229 (29)

Da die landwirtschaftlichen Zonen etablierter sind als die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft, werden die Indikatoren im Hauptteil des Zustandsberichts nach Zonen dargestellt. Im Anhang sind die Auswertungen vollständig auch für die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft einsehbar (Anhang, Tab. S1). Alle Auswertungen erfolgten nach demselben Muster:

Die Indikatorwerte wurden jeweils zuerst pro Untersuchungsquadrat berechnet. Dazu wurden für einige Indikatoren die Werte der einzelnen Probeflächen innerhalb eines Untersuchungsquadrates gemittelt (z. B. Mittlere Artenvielfalt, α -Diversität). Bei anderen Indikatoren wurden die Werte über alle Probeflächen innerhalb eines Quadrates direkt berechnet (z. B. Artenvielfalt, γ -Diversität). Basierend auf diesen Indikatorwerten pro Untersuchungsquadrat wurde die Verteilung der Indikatorwerte innerhalb der landwirtschaftlichen Zonen bzw. der Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft analysiert. Dabei wurden Untersuchungsquadrate, die sich über verschiedene Zonen bzw. Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft erstrecken, jeweils der dominanten Zone bzw. Region zugeordnet. Für alle Auswertungen wurde das Design der Stichprobenauswahl berücksichtigt, und überproportional beprobte Flächen wurden so gewichtet, dass die Resultate einer zufälligen Auswahl entsprechen.

Tabelle 3: Überblick über die verwendeten Symbole in Tabellen und Abbildungen für die Skala und den Untersuchungsgegenstand.

Bereich	Symbol	Bedeutung
Skala		Indikatorwert auf der Skala einer Probestfläche von 10 m², z. B. mittlere Anzahl Pflanzenarten, die in einer Probestfläche vorkommen.
		Indikatorwert auf der Skala eines Untersuchungsquadrats (also gesamte Agrarfläche innerhalb von 1 km²), z. B. Anzahl Pflanzenarten, die in einem Untersuchungsquadrat vorkommen.
Untersuchungsgegenstand		Pflanzen
		Tagfalter
		Brutvögel
		Lebensräume

3 Indikatoren für die Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume

Nach Artikel 104 der Bundesverfassung soll die Landwirtschaft neben der sicheren Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Lebensmitteln einen wesentlichen Beitrag zur dezentralen Besiedlung, zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft leisten. Ein schonender Umgang mit den Lebensgrundlagen Luft, Wasser, Boden, Biodiversität und Landschaft ist vor dem Hintergrund dieses Verfassungsauftrags von zentraler Bedeutung. Zur Konkretisierung dieser allgemeinen Zielvorgabe haben das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Jahre 2008 auf der Basis der bestehenden rechtlichen Grundlagen die Umweltziele Landwirtschaft (UZL) hergeleitet und publiziert (BAFU und BLW, 2008). Je nach Kenntnisstand im jeweiligen Zielbereich wurden die UZL zum Zeitpunkt ihrer Festlegung quantifiziert, als qualitative Zielgrössen oder als Trendvorgaben formuliert.

Gemäss den UZL im Bereich Biodiversität (BAFU und BLW, 2008) soll die Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität leisten. Dies umfasst folgende Aspekte: 1. Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen, 2. genetische Vielfalt innerhalb der Arten sowie 3. funktionale Biodiversität. In Bezug auf das erste Teilziel, den Erhalt und die Förderung der Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen, soll die Landwirtschaft die einheimischen, schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommenden oder von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängigen Arten (nach BAFU und BLW, 2008, Anhang 1) und Lebensräume (nach BAFU und BLW, 2008, Anhang 2) in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet sichern und fördern. Dazu haben eine breit abgestützte Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern von Landwirtschaft und Naturschutz sowie Expertinnen und Experten für Vögel, Säugetiere, Amphibien, Reptilien, Insekten, Gefässpflanzen, Moose, Pilze und Flechten Listen mit landwirtschaftsrelevanten Arten und Lebensräumen zusammengestellt, den sogenannten UZL-Arten und UZL-Lebensräumen (BAFU und BLW, 2008). Bei den UZL-Arten wird zwischen Ziel- und Leitarten unterschieden. Beide kommen schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vor oder sind von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängig. Die Verbreitung von Zielarten ist lokal bis regional begrenzt. Zu dieser Gruppe gehören Arten, die national gefährdet sind, und für welche die Schweiz innerhalb von Europa eine besondere Verantwortung hat. Gemäss den UZL muss die Förderung von Zielarten durch spezifische Massnahmen erfolgen (BAFU und BLW, 2008). Leitarten sind charakteristisch für eine Region oder ein bestimmtes Habitat und können somit als Messgrösse für den Zustand des Lebensraums dienen, den sie besiedeln (S. 31, BAFU und BLW, 2008). Mit der Auswahl von Leitarten, die aus verschiedenen Lebensräumen der Kulturlandschaft stammen, wird die Erhaltung der Artenvielfalt mit der Förderung der Lebensraumvielfalt kombiniert. Die Bestände der Leitarten sollen gefördert werden, indem geeignete Lebensräume, die UZL-Lebensräume, in ausreichender Fläche und in der nötigen Qualität und räumlichen Verteilung zur Verfügung gestellt werden. UZL-Lebensraumtypen umfassen schützenswerte Lebensraumtypen gemäss der Natur- und Heimatschutzverordnung, die in erster Linie die notwendigen Ressourcen für Leitarten bereitstellen.

Nebst der Definition des Trendvorhabens der UZL, d. h., dass die Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen erhalten und gefördert werden sollen, wurde von Fachexpertinnen und -experten im Auftrag der Bundesämter BAFU und BLW ein Flächenziel definiert, indem ein Flächenanteil an Lebensräumen mit UZL-Qualität geschätzt wurde, den es zu erreichen gilt (Walter et al., 2013).

Mit den Daten des ersten Erhebungszyklus von ALL-EMA kann nun der Ausgangswert des Trendvorhabens beschrieben werden, also der Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Agrarlandschaft, der durch Biodiversitätsindikatoren beschrieben wird. Auch können wir die Daten der flächendeckenden Lebensraumerhebungen nutzen, um den Flächenanteil an UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft erstmals systematisch abschätzen (Kapitel 5). Dieser, auf den ALL-EMA Daten basierte, Ansatz entspricht nicht derjenigen Methode, mit welcher die Flächenziele im Jahr 2013 definiert wurden. Deshalb können jene Flächenziele so nicht überprüft werden. Ausgehend von der vorliegenden Zustandsbeschreibung, können jedoch nach Abschluss weiterer Erhebungsjahre von ALL-EMA sowohl Trends in der Veränderung der Artenvielfalt und Lebensraumvielfalt, als auch des Anteils an UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft aufgezeigt werden. Dies bedeutet, dass wir dann überprüfen können, ob das erste Teilziel aus

den Umweltzielen Landwirtschaft erreicht wird, was der Fall ist, wenn die Arten- und Lebensraumvielfalt, sowie die Fläche mit UZL-Lebensräumen nicht ab, sondern zunimmt. Analog können wir mit den Daten von ALL-EMA die Arten- und Lebensraumvielfalt in Biodiversitätsförderflächen mit Nicht-Biodiversitätsförderflächen vergleichen, um den Beitrag dieses Instruments zur Erreichung des ersten Teilziels der UZL abzuschätzen (Kapitel 4).

3.1 Übersicht über die Indikatoren zum Monitoring Umweltziele Landwirtschaft Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume

Für die Beschreibung des Zustandes der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität – Arten und Lebensräume, wurde ein Set aus mehreren, einander ergänzenden Haupt- und Zusatzindikatoren zusammengestellt (Tab. 4). Zusätzlich wurden Indikatoren berechnet, die ausschliesslich die sogenannten UZL-Arten und UZL-Lebensräume berücksichtigten. Die Ergebnisse sind denjenigen für alle Arten und Lebensräume ähnlich. Sie sind im Anhang, in den Tabellen A1 und A2, zu finden.

Tabelle 4: Übersicht über das Set der Biodiversitätsindikatoren aus mehreren, einander ergänzenden Haupt- und Zusatzindikatoren. Die Masse wurden jeweils pro Untersuchungsquadrat (d. h. ausschliesslich für die Agrarfläche innerhalb des 1-km²-Quadrates) berechnet, entweder als Mittelwert der Werte der einzelnen Probeflächen (Symbol Skala: 10-m²-Kreis) oder direkt über alle Probeflächen (Symbol Skala: 1-km²-Untersuchungsquadrat).

Indikator	Mass	Skala und Untersuchungsgegenstand	Kapitel
Hauptindikatoren			
Lebensraumvielfalt	Anzahl Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.1
	Anzahl UZL-Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat	 	Anhang Tabelle A1
Räumliche Heterogenität der Lebensräume	Mittlerer Hix-Index basierend auf Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.2
Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt	Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.3
Artenvielfalt (γ-Diversität)	Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.4
	Anzahl Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.4
	Anzahl Brutvogelarten pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.4
	Anzahl UZL-Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat	 	Anhang Tabelle A1
	Anzahl UZL-Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat	 	Anhang Tabelle A1
	Anzahl UZL-Brutvogelarten pro Untersuchungsquadrat	 	Anhang Tabelle A1
Mittlere Artenvielfalt (α-Diversität)	Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat	 	3.2.5
	Mittlere Anzahl UZL-Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat	 	Anhang Tabelle A1

Zusatzindikatoren			
Probeflächen mit invasiven Neophyten	Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten pro Untersuchungsquadrat		3.4.1
Artenvielfalt bedrohte Arten (γ -Diversität)	Anzahl bedrohte Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		3.4.2
	Anzahl bedrohte Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat		3.4.2
	Anzahl bedrohte Brutvogelarten pro Untersuchungsquadrat		3.4.2
Mittlere Artenvielfalt bedrohte Arten (α -Diversität)	Mittlere Anzahl bedrohte Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		Anhang Tabelle A1
Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften (β -Diversität)	Mittlerer Morisita-Horn-Index (invers) pro Untersuchungsquadrat		3.4.3
Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten	Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		3.4.4
Gehölze	Länge der Waldgrenzen in km pro Untersuchungsquadrat	 Luftbildinterpretation	3.4.5
	Länge der Feldgehölze und Hecken in km pro Untersuchungsquadrat	 Luftbildinterpretation	3.4.5
	Fläche aufgelöster Wald in km ² pro Untersuchungsquadrat	 Luftbildinterpretation	3.4.5
	Anzahl Einzelbäume und -büsche pro Untersuchungsquadrat	 Luftbildinterpretation	3.4.5
Gewässer	Länge der Gewässer in km pro Untersuchungsquadrat	 TLM 3D (Swisstopo)	3.4.6

3.2 Hauptindikatoren

Biodiversität ist die Vielfalt des Lebens. Sie umfasst verschiedene Ebenen, u. a. die Vielfalt der Lebensräume, die Vielfalt der Arten und die Vielfalt der Gene. In ALL-EMA konzentrieren wir uns auf die Lebensraum- und Artenvielfalt.

Der Lebensraum beschreibt die abiotischen und biotischen Standortbedingungen (z. B. Klima, Bodeneigenschaften, Topographie, anthropogene Faktoren, Art-Interaktionen, Nahrungs-Ressourcen, Nistmöglichkeiten), die das Vorkommen von einzelnen Lebewesen, Populationen und Arten beeinflussen. Eine Methode, die Standortbedingungen abzubilden und zu klassieren, ist die Beschreibung von Lebensraumtypen. Delarze et al. (2008) entwickelten eine, sowohl auf Pflanzengesellschaften als auch auf nicht durch die Vegetation beschreibbare Eigenheiten eines Standorts fussende Lebensraumtypisierung für die Schweiz. Diese bildet eine standardisierte Bezugsnorm, um eine eindeutige Lebensraumsprache gewährleisten zu können. Die Zuordnung der Lebensraumtypen in ALL-EMA basiert auf dieser Klassifizierung und umfasst 85 Lebensraumtypen der Agrarlandschaft (Tab. 5). Rund die Hälfte dieser

Typen wurde als UZL-Lebensraumtyp eingestuft (BAFU und BLW, 2008)². Die Häufigkeit der einzelnen Lebensraumtypen in den ALL-EMA-Untersuchungsquadraten war sehr unterschiedlich. Einige wenige Lebensraumtypen kamen überaus häufig vor, der grösste Teil der Lebensraumtypen war nur selten anzutreffen. In Zahlen ausgedrückt bedeutet dies: Knapp 10 % der Lebensraumtypen machten rund 80 % aller Erhebungen aus. Die allerhäufigsten Lebensraumtypen waren Talfettwiesen, Äcker und Talfettweiden (Abb. 5). Diese Häufigkeitsverteilungen waren jedoch nicht für alle landwirtschaftlichen Zonen gleich. In der Talzone waren neben Talfettwiesen die Fruchtfolgeflächen, also Äcker und Kunstwiesen, dominant. Mit zunehmender Höhe nahm die Häufigkeit dieser Flächen markant ab. In der unteren Bergzone dominierte das Grünland, also Talfettwiesen und Talfettweiden. Bergfettwiesen waren ein typischer Lebensraumtyp in der oberen Bergzone, und im Sömmerungsgebiet dominierten erwartungsgemäss die Bergfettweiden, zusammen mit Borstgrasrasen und Alpenrosenheiden. Selten anzutreffen waren Lebensraumtypen, die zu den Trockenwiesen und -weiden oder Mooren gehören. Da diese Lebensraumtypen im 20. Jahrhundert in der Schweiz einen sehr starken Verlust an Fläche erlitten (–95 % bzw. –86 %; Bergamini et al., 2019; Walter et al., 2010), ist deren seltenes Vorkommen nicht erstaunlich und zeigt, dass die Situation für diese Lebensraumtypen schlecht ist.

Die Artenvielfalt verschiedener taxonomischer Gruppen ist ein wesentlicher Aspekt der Biodiversität (Soliveres et al., 2016). ALL-EMA untersucht die Vielfalt von Pflanzen, Tagfaltern und Brutvögeln der Agrarlandschaft. Durchschnittlich wurden in einer Vegetationsaufnahme von 10 m² pro Lebensraumtyp zwischen 5 und 41 Arten gefunden. Die Anzahl der UZL-Arten bewegte sich im Mittel zwischen 0 und 19 Arten, und die Anzahl Lebensraumtyp-Arten³ schwankte im Mittel zwischen 0 und 9 Arten. Ein Hauptgrund für diese grossen Unterschiede in den Mittelwerten ist einerseits, dass die unterschiedlichen Lebensraumtypen natürlicherweise unterschiedlich artenreich sind. Deswegen ist es sinnvoll, standardisierte Artenzahlen zu berechnen, wenn die Ausprägungen der Artenvielfalt verschiedener Lebensraumtypen direkt miteinander verglichen werden sollen (Kapitel 3.2.3). Andererseits werden die unterschiedlichen Lebensraumtypen unterschiedlich bewirtschaftet, was zu unterschiedlich starken Veränderungen der natürlichen Artenvielfalt führen kann.

Das Verhältnis zwischen der mittleren Gesamtartenzahl, der mittleren Anzahl UZL-Arten und der mittleren Anzahl Lebensraumtyp-Arten war für die grosse Mehrheit der Lebensraumtypen ähnlich. Um eine Repetition ähnlicher Muster zu vermeiden, finden sich im Hauptteil dieses Berichts die Resultate für die Gesamtartenzahlen. Alle Resultate für die UZL-Arten sind im Anhang aufgeführt (Tab. A1 und A2).

² Drei Lebensraumtypen werden nur dann als UZL-Lebensraumtypen eingestuft, wenn sie artenreich sind. Es handelt sich dabei um Borstgrasrasen (435), Talfettwiesen (451) und Bergfettweiden (454). Gemäss BAFU und BLW (2008) werden zwei Lebensraumtypen innerhalb der Lebensraumgruppe «Feldkulturen» (82X) den UZL-Lebensraumtypen zugeordnet: kalkreicher Getreideacker und kalkarmer, lehmiger Hackfruchtacker. In ALL-EMA wird die Lebensraumgruppe der Feldkulturen jedoch nicht in so detaillierte Lebensraumtypen unterschieden. Lebensräume aus der Gruppe «Feldkulturen» wurden daher als UZL-Lebensraumtyp eingestuft, wenn sie artenreich waren. Das Kriterium «artenreich» wurde hier so definiert, dass im betreffenden Lebensraum mindestens 50 % der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten angetroffen werden müssen (siehe Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt», Kapitel 3.2.3).

³ Siehe Box in Kapitel 3.2.3 zur Erklärung des Begriffs «Lebensraumtyp-Arten».

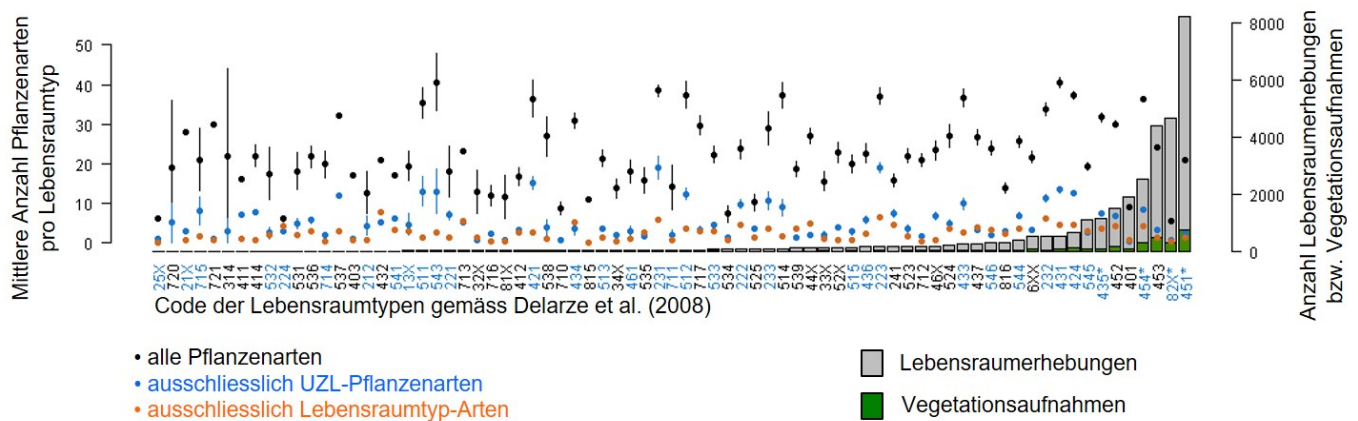


Abbildung 5: Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Lebensraumtyp auf der linken Skala (Durchschnitt $\pm$ Standardfehler: schwarz – Gesamtartenzahl, blau – ausschliesslich UZL-Pflanzenarten, orange – ausschliesslich Lebensraumtyp-Arten, siehe Box in Kapitel 3.2.3). Anzahl Lebensraumerhebungen (grau) bzw. Vegetationsaufnahmen (grün) auf der rechten Skala. UZL-Lebensraumtypen sind blau eingefärbt (gemäss BLW und BAFU, 2008). Lebensraumtypen, die nur in einer artenreichen Ausprägung zu den UZL-Lebensraumtypen zählen, sind zusätzlich mit einem Stern markiert. Die Bezeichnungen der Lebensraumtypen finden sich in Tabelle 5.

Tabelle 5: Liste mit Code der Lebensraumtypen gemäss Delarze et al. (2008), die in ALL-EMA angesprochen werden. UZL-Lebensraumtypen gemäss BLW und BAFU (2008) sind in blauer Schrift aufgeführt. Jene, die nur in einer artenreichen Ausprägung dazu zählen, sind zusätzlich mit einem Stern markiert.

Code	Bezeichnung	Code	Bezeichnung
13X	Quellen, Quellfluren	512	Mesophiler Krautsaum
20X	Ufer ohne Ufervegetation	513	Feuchter Krautsaum der Tieflagen
212	Röhricht	514	Feuchter Krautsaum der Hochlagen
21X	Ufer mit Ufervegetation (121, 123, 124)	515	Nährstoffreicher Krautsaum
221	Grossseggenbestände	523	Montan-subalpine Hochgrasflur
222	Braunseggenried	524	Hochstaudenflur des Gebirges
223	Davallseggenried	525	Adlerfarnflur
224	Übergangsmoor	52X	Schlagflur (521, 522)
231	Pfeifengraswiese	531	Besenginstergebüsch
232	Nährstoffreiche Feuchtwiese	532	Trockenwarmes Gebüsch
233	Spierstaudenflur	533	Mesophiles Gebüsch
241	Hochmoor	534	Brombeergestrüpp
25X	Wechselfeuchte Pionierfluren	535	Gebüschreiche Vorwaldgesellschaft
314	Schneefeld (Frühling)	536	Auen-Weidegebüsch
32X	Alluvionen und Moränen	537	Moor-Weidegebüsch
33X	Geröllfluren	538	Gebirgs-Weidegebüsch
34X	Felsen	539	Grünerlengebüsch
401	Kunstwiese	541	Ginsterheide
403	Begrünung Tieflagen	542	Sefistrauchheide
404	Begrünung Hochlagen	543	Erikaheide
411	Kalk-Pionierflur Tiefland	544	Zwergwacholderheide
412	Kalk-Pionierflur Gebirge	545	Alpenrosenheide
414	Silikat-Pionierflur Gebirge	546	Alpine Windheide
421	Kontinentaler Trockenrasen	6XX	Wälder

Code	Bezeichnung	Code	Bezeichnung
422	Mitteuropäischer Trockenrasen	710	Pionierfläche
424	Mitteuropäischer Halbtrockenrasen	711	Feuchte Trittflur
431	Blaugrashalde	712	Trockene Trittflur
432	Polsterseggenrasen	713	(Sub-)alpiner Trittrasen
433	Rostseggenhalde	714	Einjährige Ruderalflur
434	Windkantenrasen	715	Trockenwarme Ruderalflur
435*	Borstgrasrasen	716	Mesophile Ruderalflur
436	Buntschwingelrasen	717	Alpine Lägerflur
437	Krummseggenrasen	718	Klettenflur
44X	Schneetälchen	720	Mauer ohne Vegetation
451*	Talfettwiese	721	Mauerflur
452	Bergfettwiese	722	Steinpflaster-Trittflur
453	Talfettweide	815	Niederstammobstgarten
454*	Bergfettweide	816	Rebberg
461	Queckenbrache	817	Beerenkultur (verholzt)
46X	Grasbrachen	81X	Baumschulen inkl. Christbaumkultur
511	Trockenwarmer Krautsaum	82X*	Feldkulturen (Äcker)

3.2.1 Lebensraumvielfalt

Landschaften werden einerseits geprägt durch ihre natürlichen Standortbedingungen und das damit verbundene Potenzial zum Vorhandensein bzw. der Ausprägung von Lebensräumen. Andererseits prägen in der Agrarlandschaft auch die Art und Intensität der Landnutzung dieses Potenzial. Eine Vielzahl verschiedener Lebensräume ist eine wichtige Voraussetzung für den gesamten Artenreichtum in einer Landschaft.

Im ersten Erhebungszyklus von ALL-EMA wurden insgesamt 82 der 85 Lebensraumtypen in der Agrarlandschaft angetroffen. Durchschnittlich wurden pro Untersuchungsquadrat 12 Lebensraumtypen gefunden (Abb. 6). Von der Tal- und Hügelzone (je 9 Lebensraumtypen) zur unteren Bergzone (11 Lebensraumtypen) nahm dieser Wert aufgrund leicht abnehmender Landnutzungsintensität leicht zu. In den höhergelegenen Zonen, wo die Erreichbarkeit und Steilheit von Hängen eine intensivere Nutzung erschweren und auf engem Raum geologische und klimatische Bedingungen stark variieren (Rosenzweig, 1995), waren durchschnittlich deutlich mehr Lebensraumtypen anzutreffen: 17 in der oberen Bergzone und 14 im Sömmerungsgebiet. Die leicht tiefere Lebensraumvielfalt im Sömmerungsgebiet gegenüber der oberen Bergzone kann im Zusammenhang mit unwirtlicheren klimatischen Bedingungen für das Pflanzenwachstum stehen (McCain und Grytnes 2010). Dies kommt zum Ausdruck, weil die Einteilung der Lebensraumtypen vor allem anhand der Pflanzengesellschaften erfolgt (Delarze et al., 2008).

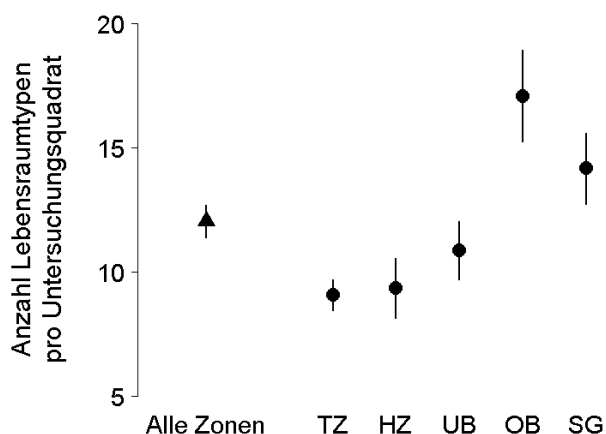
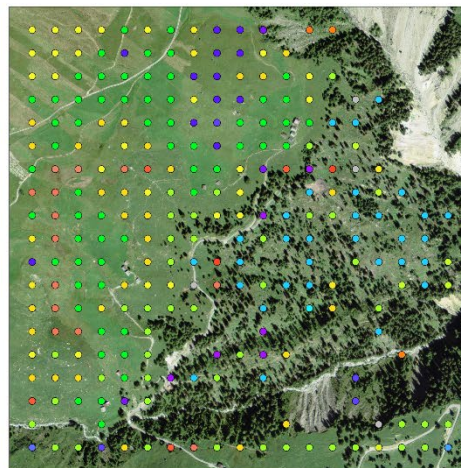


Abbildung 6: Indikator «Lebensraumvielfalt»: Anzahl Lebensraumtypen in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Illustration: Quadrate mit besonders tiefer bzw. hoher Lebensraumvielfalt

Luftbilder von zwei Untersuchungsquadraten, die eine besonders tiefe bzw. hohe Lebensraumvielfalt aufweisen. Im Untersuchungsquadrat links wurden nur 4 verschiedene Lebensraumtypen gefunden. Das Untersuchungsquadrat liegt in der Talzone, die durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung und die geringen topographischen Unterschiede nur wenige, eher grossflächig angelegte Lebensraumtypen beherbergt. Im Untersuchungsquadrat rechts wurden 22 verschiedene Lebensraumtypen gefunden. Das Untersuchungsquadrat lag in der oberen Bergzone, die eine viel weniger intensive landwirtschaftliche Nutzung als die Talzone aufwies, und wo die geologischen und klimatischen Bedingungen auf engerem Raum stärker variierten.

Quelle: SWISSIMAGE ©swisstopo, Relief: Bundesamt für Statistik (BFS), GEOSTAT.

3.2.2 Räumliche Heterogenität der Lebensräume

In Ergänzung zur Lebensraumvielfalt, die lediglich die Anzahl Lebensraumtypen in einer Landschaft misst, beschreibt die räumliche Heterogenität der Lebensräume, wie die verschiedenen Lebensraumtypen innerhalb einer Landschaft verteilt sind. Wechseln sich unterschiedliche Lebensraumtypen stärker innerhalb einer Landschaft ab, dann ist die räumliche Heterogenität der Lebensräume höher (siehe Box zur Methodik «Räumliche Heterogenität der Lebensräume»).

Die Daten von ALL-EMA zeigen, dass die räumliche Heterogenität der Lebensräume in der Talzone (0.35), Hügelzone (0.41) und der unteren Bergzone (0.37) deutlich tiefer war als in der oberen Bergzone (0.56) und im Sömmerungsgebiet (0.57; Abb. 7). Der Hauptgrund dafür ist vermutlich, dass in den tieferliegenden Zonen die intensive und maschinelle Bewirtschaftung zu grossen, weitgehend einheitlichen Flächen führt (Benton et al., 2003). In den höherliegenden Zonen hingegen ist die Bewirtschaftung viel weniger intensiv und kleinräumige Faktoren wie Mikrorelief und -klima, Exposition, Substrateigenschaften und Bodenfeuchtigkeit sind stärker ausgeprägt (Spehn et al., 2010). Anders als die Lebensraumvielfalt (vgl. Kapitel 3.2.1) war die räumliche Heterogenität in der unteren Bergzone im Vergleich zur Hügelzone tiefer. Die relativ grossflächige, einheitliche Graslandnutzung führte zu einer homogenen Anordnung der Lebensraumtypen in der unteren Bergzone. Dies zeigte sich auch in einer relativ homogenen Vegetation innerhalb der Landschaften in der unteren Bergzone (vgl. Indikator «Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften (β -Diversität)»).

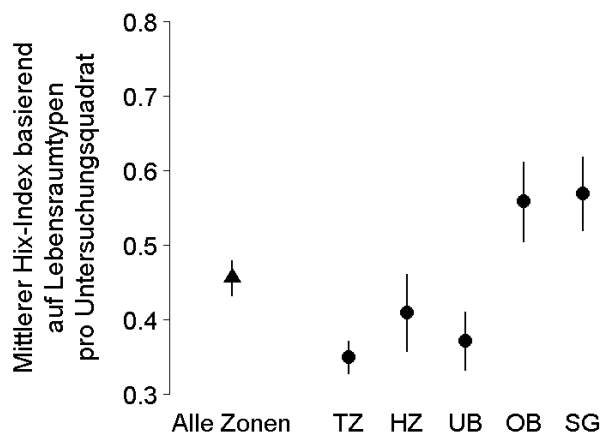
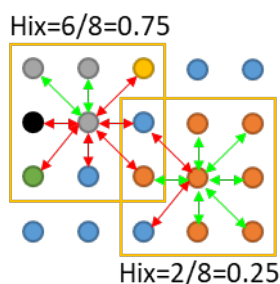


Abbildung 7: Indikator «Räumliche Heterogenität der Lebensräume»: Mittlerer Hix-Index basierend auf Lebensraumtypen in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt ± Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Box: Methodik «Räumliche Heterogenität der Lebensräume»



Der mittlere Hix-Index pro Untersuchungsquadrat wurde basierend auf der Methode von Fjellstad et al. (2001) berechnet. Mittels eines wandernden Ausschnitts (engl. «moving window», gelb umrandete Fläche in der Abbildung links) wurde der Lebensraumtyp jeder Probeffläche mit den benachbarten maximal acht Lebensraumtypen verglichen. Flächen, die nicht in der Agrarlandschaft lagen, wurden dazu nicht berücksichtigt. Wenn der Lebensraumtyp im Zentrum dem Nachbar-Lebensraumtyp entsprach, wurde dieser Beziehung ein Wert von 0 zugeordnet. War dies nicht der Fall, wurde dieser Beziehung ein Wert von 1 zugeordnet. Danach wurde für jede Probeffläche der Mittelwert dieser Beziehungen berechnet, welcher somit Werte zwischen 0 (alle Nachbar-Lebensraumtypen gleich) und 1 (alle Nachbar-Lebensraumtypen unterschiedlich) aufweisen kann. Ein hoher Hix-Index bedeutet daher, dass im betreffenden Untersuchungsquadrat relativ kleinräumig (50-Meter-Raster) verschiedene Lebensraumtypen angetroffen wurden.

3.2.3 Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt

Abiotische und biotische Standortbedingungen verlaufen entlang von Gradienten und variieren deshalb zwischen Lebensraumtypen sowie auch innerhalb eines definierten Lebensraumtyps. Diese Variabilität der Standortbedingungen beeinflusst die Ausprägung der Artengemeinschaften. Der Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt» ist ein Mass, das die Ausprägung der Artengemeinschaft innerhalb eines Lebensraums beurteilt. Der Indikator zeigt den Anteil an Lebensraumtyp-Arten an den maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten (siehe Box zur Methodik «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt»). Diese standardisierte Darstellung der Artenvielfalt ermöglicht direkte Vergleiche zwischen Artengemeinschaften, die natürlicherweise unterschiedlich artenreich sind. Zum Beispiel ist der Lebensraumtyp Mitteleuropäischer Trockenrasen (Code 422) oft artenreich, während die Lebensraumtypen Talfettweide (Code 453) oder Queckenbrache (Code 461) eher artenarm sind (vgl. auch Abb. 5). Die relative Darstellung der Artenvielfalt ermöglicht es nun zu analysieren, welche Flächen relativ zu ihrer maximal vorgekommenen Anzahl Lebensraumtypenarten eine hohe Artenvielfalt aufweisen.

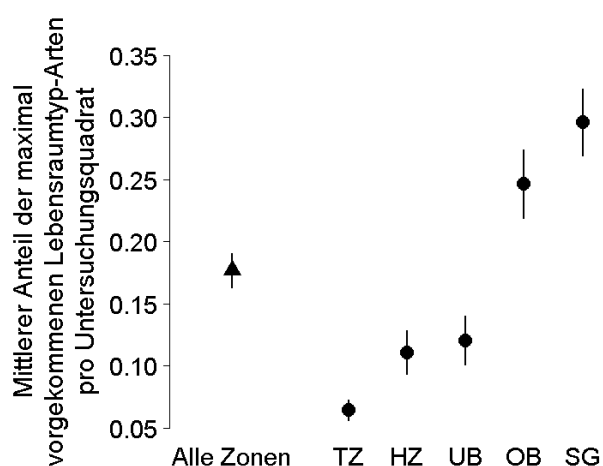


Abbildung 8: Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt»: Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Im Durchschnitt über alle Zonen hinweg wurden pro Untersuchungsquadrat im Mittel rund 18 % der Lebensraumtyp-Arten gefunden (Abb. 8). Der Anteil Lebensraumtyp-Arten nahm von der Talzone (6 %) ber die Hügelzone (11 %) zur unteren Bergzone (12 %) und dann sprunghaft zur oberen Bergzone (25 %) und dem Sömmerungsgebiet (30 %) zu. Ein Vergleich mit anderen Indikatoren, die im Zusammenhang mit der Nutzungsintensität stehen, z. B. «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten» (Kapitel 3.4.4), macht deutlich, dass die «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt» negativ mit hohen Stickstoffeinträgen korreliert. Mit grosser Wahrscheinlichkeit würde eine deutliche Nutzungsreduktion zu höheren Werten der «Mittleren lebensraumtypischen Artenvielfalt» führen. Ein mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten von 100 % ist jedoch aus ökologischen Gründen nicht möglich, denn auch bei günstigster Bewirtschaftung wird dieser Anteil von abiotischen Faktoren mitbestimmt.

Box: Methodik «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt»

Um die Ausprägung der Vegetationsgemeinschaft von Lebensraumtypen zu charakterisieren, wurde eine Methode entwickelt, mit der die für einen bestimmten Lebensraum typische Vegetationsgemeinschaft zeitsparend und effizient ermittelt werden kann. Experten wählten spezifisch pro Lebensraumtyp 25 Pflanzenarten oder -artengruppen⁴ aus und bewerteten sie hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit, dass sie im entsprechenden Lebensraumtyp vorkommen, wenn er typisch und artenreich ausgeprägt ist. Es handelt sich dabei nicht nur um die in der Klassifikation von Delarze und Gonseth (2008) aufgeführten Arten, sondern zusätzlich wurden UZL-Pflanzenarten (BAFU und BLW, 2008), Indikatorartengruppen der Biodiversitätsförderflächen (Wiesen, Weiden, Rebberge und Sömmerungsweiden) und weitere Pflanzenarten verwendet. Zu den Lebensraumtyp-Arten zählen bewusst nicht nur seltenere Arten, sondern auch relativ weitverbreitete Arten. Dies erlaubt es einerseits, artenreiche Aufnahmen zu identifizieren, und andererseits, Unterschiede verschiedener Aufnahmen im eher artenarmen und oft intensiv bewirtschafteten Spektrum aufzuzeigen.

Verschiedene Lebensräume können zwar in ihrer Artengesellschaft charakteristisch ausgeprägt sein, sich jedoch in der Anzahl vorhandener Arten stark unterscheiden. Weil der Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt» dazu dienen soll, das Ausmass der typischen Ausprägung darzustellen, erfolgt bei dessen Berechnung eine Standardisierung bezüglich des Artenreichtums des Lebensraumtyps. Dafür wurde die Anzahl vorgefundener Lebensraumtyp-Arten dividiert durch die maximale Anzahl an Lebensraumtyp-Arten, die im Rahmen des Monitorings auf einer Probefläche dieses Lebensraumtyps angetroffen wurde:

$$\text{Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt} = \frac{\text{Anzahl Lebensraumtyp} - \text{Arten}}{\text{Maximale Anzahl Lebensraumtyp} - \text{Arten pro Lebensraumtyp}}$$

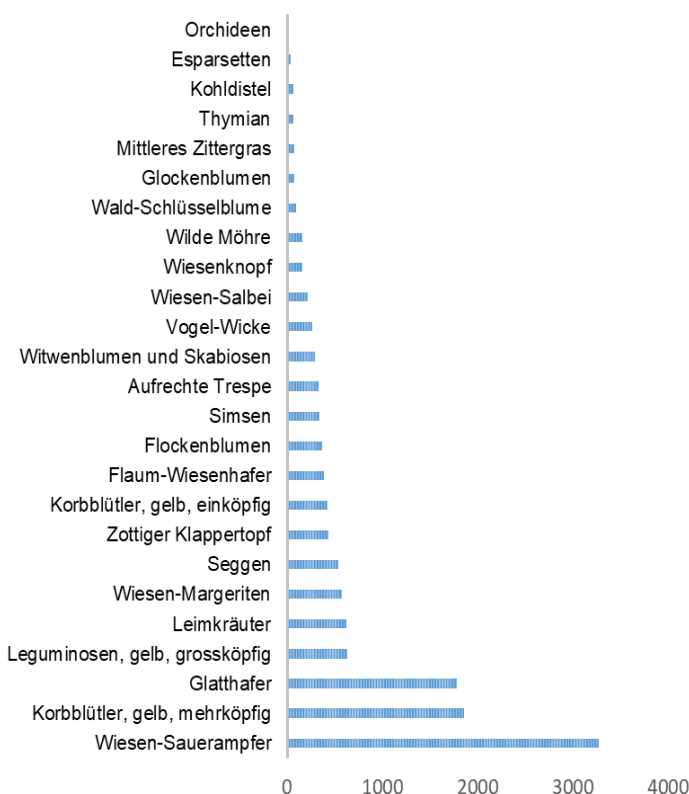
⁴ Fallweise werden in der Checkliste nicht einzelne Arten, sondern Artengruppen aufgeführt, wenn die Arten innerhalb der Gruppe vergleichbare Ansprüche an ihren Lebensraum stellen, z. B. die «Gruppe Glockenblume» anstelle von Einzelarten wie Wiesen-Glockenblume oder Brtige Glockenblume. In der Auswertung wurden mehrere Arten innerhalb einer Gruppe als ein Vorkommen gezählt.

Illustration: Beispiele von Lebensraumtyp-Arten des Lebensraumtyps Talfettwiese

Der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*, blaue Blüten im Bild) ist eine Lebensraumtyp-Art für die Talfettwiesen. In feuchten und intensiv genutzten Fettwiesen ist diese ökologisch wertvolle Art nicht konkurrenzfähig und verschwindet – und mit ihr auch weitere Arten. In einer Fettwiese zeigt vor allem ein zahlreiches Auftreten dieser Art Trockenheit an – Bedingungen, die das Lichtangebot und oft auch die Artenvielfalt erhöhen (Foto: Alexander Indermaur).



Die Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) ist eine weitere Lebensraumtyp-Art der Talfettwiesen, zeigt aber im Gegensatz zum Wiesensalbei feuchte Standortbedingungen an. Die Kohldistel braucht zur Entwicklung Zeit und blüht relativ spät. Häufige Mahd verhindert die Samenbildung und kann die Art zurückdrängen; am besten gedeiht sie dort, wo nur ein oder zweimal jährlich gemäht wird (Foto: Mario Waldburger).



Die Grafik links zeigt die Auswahl der Lebensraumtyp-Arten und -Artengruppen für Talfettwiesen und wie häufig die jeweilige Art in den Aufnahmen vorgekommen ist. Die oben erwähnten Arten, d. h. Wiesen-Salbei und Kohldistel, kamen nur selten als Lebensraumtyp-Arten vor. Die häufigste Lebensraumtyp-Art ist der Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*), der in beinahe jeder zweiten Aufnahme in Talfettwiesen vorkommt. Der Wiesen-Sauerampfer fungiert als Zeiger für eine gewisse Artenvielfalt auf den intensiv genutzten, nährstoffreicheren Flächen und hilft so, im artenärmeren Spektrum des Lebensraumtyps Unterschiede und allenfalls Trends zu erkennen.

3.2.4 Artenvielfalt (γ -Diversität)

Die γ -Diversität beschreibt generell die gesamte Artenvielfalt einer Landschaft. In ALL-EMA bezieht sich die γ -Diversität der Pflanzen, Tagfalter und Brutvögel auf die Agrarfläche eines Untersuchungsquadrats. Sie wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, z. B. die Ausprägung der lokalen Artenvielfalt in den Lebensräumen und die Vielfalt der Lebensraumtypen im Untersuchungsquadrat, aber auch durch die vorangegangene lang- und kurzfristige Entwicklung der Landnutzung oder das Ausmass der Artenvielfalt in der grossräumigeren Region.

Die Anzahl Pflanzenarten in den Vegetationsaufnahmen aller Untersuchungsquadrate zusammen betrug 1240. Das ist rund ein Drittel der in der Schweiz vorkommenden Gefässpflanzenarten (ca. 3100). Im Durchschnitt über alle Zonen hinweg wurden pro Untersuchungsquadrat rund 115 Arten (Abb. 9, links) gefunden. Die Anzahl Arten pro Untersuchungsquadrat nahm von der Talzone (83 Arten) über die Hügelzone (96 Arten), untere Bergzone (105 Arten) und bis zur oberen Bergzone (151 Arten) zu und im Sömmerungsgebiet (139 Arten) wieder leicht ab. Dieses Muster ist erstaunlich, denn unzählige Studien entlang von Höhengradienten zeigen, dass generell die Artenvielfalt

mit der Höhe abnimmt, was sich durch die generell unwirtlicheren Bedingungen in höheren Zonen erklärt, wie tiefere Temperaturen und geringere Nährstoffverfügbarkeit (McCain und Grytnes, 2010; Moradi et al., 2020). Je nach Organismengruppen und Region wurden Variationen im Verlauf der Artenvielfaltabnahme festgestellt. So unterschieden McCain und Grytnes (2010) zwischen drei Verläufen: 1. einer nahezu linearen Abnahme, 2. einer Abnahme, die erst in der mittleren Lage beginnt, und 3. einem Verlauf, bei dem die höchste Artenvielfalt in den mittleren Lagen vorhanden ist, aber die tieferen Lagen dennoch eine höhere Artenvielfalt als die höchsten Lagen aufweisen (McCain und Grytnes, 2010). Welchem Muster genau die ursprüngliche Situation in der Schweiz entspricht, wissen wir nicht, da uns Daten vor der Intensivierung der Landwirtschaft fehlen. Aufgrund der günstigen Wachstumsbedingungen in tieferen Zonen (d. h. relativ warmes und feuchtes Klima) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Artenvielfalt dort höher sein müsste als in den höheren Zonen und nicht umgekehrt. Der Hauptgrund, warum wir in der Schweiz auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ein umgekehrtes Muster finden, beruht auf dem starken Effekt der Landnutzungsintensität (vergleiche Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten», Kapitel 3.4.4). Eine sehr hohe Landnutzungsintensität (meist auf fruchtbaren und gut erreichbaren Flächen) hat einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt (MacDonald et al., 2000; Stoate et al., 2001). Deshalb sind tiefe Zonen nicht aufgrund der günstigen Wachstumsbedingungen am artenreichsten, sondern artenärmer als höhere Zonen. In den tieferen Zonen ist also ein grosses Defizit hinsichtlich der Artenvielfalt festzustellen. Der Beginn der Abnahme der Artenvielfalt der Kulturlandschaft wird in vielen Studien um 1850 gesetzt, als Meliorationen und Gewässerkorrekturen zum Verlust einer Vielzahl von Feuchtgebietslebensräumen, insbesondere in der Talzone, führten (Poschlod et al., 2017; Walter et al., 2010). Mit der zunehmenden landwirtschaftlichen Intensivierung ab 1900, die bis heute in den tieferen Lagen der Berggebiete fortschreitet, nahm die Fläche wertvoller artenreicher Lebensräume weiter massiv ab, und der Trend scheint nach wie vor ungebrochen (Fischer et al., 2015).

Von den 213 in der Schweiz vorkommenden Tagfalterarten (inkl. Widderchen) und -artkomplexen wurden in der Agrarlandschaft im Gesamten 179 verschiedene Tagfalterarten bestimmt. Über alle Zonen hinweg wurden durchschnittlich 34 Tagfalterarten in der Agrarlandschaft der ALL-EMA Untersuchungsquadrate beobachtet (Abb. 9, Mitte). Im Vergleich dazu wurden in den ALL-EMA-Quadraten über alle Lebensräume, also inklusive Siedlungsgebiet und Wald, leicht mehr Tagfalterarten registriert (d. h. rund 36 Tagfalterarten), und wenn alle BDM-Quadrate über alle Lebensräume der Schweiz miteinbezogen wurden, fanden sich rund 38 Tagfalterarten pro Quadrat. Dies zeigt auf, dass zusätzliche Lebensraumtypen ausserhalb der Agrarlandschaft zu einer Steigerung der Artenzahlen beitragen. Diejenigen Arten, die in ALL-EMA nicht angetroffen wurden, sind Waldarten oder Arten mit sehr spezifischen Standortansprüchen, die teilweise nur an einzelnen Orten in der Schweiz festgestellt worden sind. Deshalb gilt grundsätzlich, dass die Agrarlandschaft eine sehr grosse Verantwortung für die Tagfaltervielfalt der Schweiz trägt. Vergleicht man die Zahlen über die Zonen, zeigt sich, dass in der Talzone (22 Arten), der Hügelzone (28 Arten) und der unteren Bergzone (33 Arten) die durchschnittliche Anzahl Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat tiefer lag als in der oberen Bergzone (51 Arten) und dem Sömmerungsgebiet (43 Arten). Die ähnlichen Muster der Pflanzenartenvielfalt und Tagfaltervielfalt sind ein Hinweis darauf, dass die Tagfalter sowohl als Raupe als auch als Imago auf pflanzliche Nahrung angewiesen sind (Forster und Wohlfahrt, 1971). Somit ist ein artenreiches Pflanzenangebot förderlich für eine hohe Tagfaltervielfalt – insbesondere für Tagfalterarten, die auf einzelne Pflanzenarten spezialisiert sind und demzufolge zusammen mit diesen Pflanzen verschwinden (Biesmeijer, 2006). Die intensive landwirtschaftliche Nutzung in den tieferen Zonen beeinträchtigt damit auch die Tagfaltervielfalt. Analog zur Pflanzenvielfalt würde sich auch die natürliche Verteilung der Tagfalterarten entlang des Höhengradienten darstellen, womit die aktuellen Resultate auf ein grosses Defizit der Tagfaltervielfalt in den unteren Zonen hinweisen.

In der Schweiz wurden von 2013–2016 rund 210 Brutvogelarten nachgewiesen, davon brüten 176 regelmässig (Knaus et al., 2018). Die gesamte Artenliste der beobachteten Brutvogelarten in der Agrarlandschaft umfasste 126 Arten. Gemittelt über das jeweilige Untersuchungsquadrat wurden über alle Zonen hinweg durchschnittlich 30 Brutvogelarten bestimmt (Abb. 9, rechts). Berücksichtigte man die gesamte Fläche der ALL-EMA-Quadrate (d. h. zusätzlich zur Agrarlandschaft auch Wald und Siedlungen) wurden rund 36 Brutvogelarten gefunden. In allen BDM-Quadraten wurden durchschnittlich rund 34 Brutvogelarten beobachtet. Quadrate, die von der Agrarlandschaft geprägt sind und weitere Lebensräume aufweisen, beherbergten also die meisten Brutvogelarten. Damit wird deutlich, dass die Agrarlandschaft wesentliche Ressourcen für eine reiche Brutvogelvielfalt bietet. Von der Talzone (30 Arten), über die Hügelzone (35 Arten) zu den Bergzonen (je 37 Arten) stieg die Anzahl Brutvogelarten. Ähnlich wie für die

Pflanzen und Tagfalter ist für die Brutvogelvielfalt ohne den anthropogenen Einfluss ein umgekehrtes Muster zu erwarten, was auch für diese Gruppe auf ein Defizit in den tieferen Zonen hinweist. Knaus et al. (2018) zeigten auf, dass die Bestände vieler Brutvogelarten in den tieferen Zonen am Abnehmen sind. Im Sömmerungsgebiet wurden deutlich weniger Brutvogelarten als in tieferen Zonen beobachtet (24 Arten). Dies entspricht den Resultaten anderer Studien, welche die tiefe Anzahl Brutvogelarten in diesen Zonen dem Fehlen von Gehölzen oberhalb der Baumgrenze und dem negativen Einfluss tieferer Temperaturen zuschrieben (Gaston, 2000; Lennon et al., 2000; Michalet et al., 2006; McCain, 2009; Loos et al., 2015; Pasher et al., 2016).

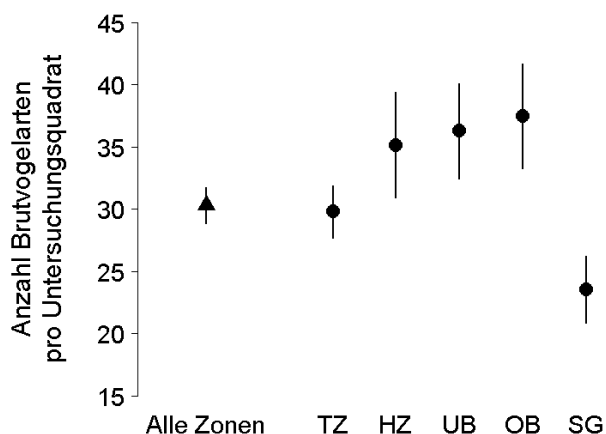
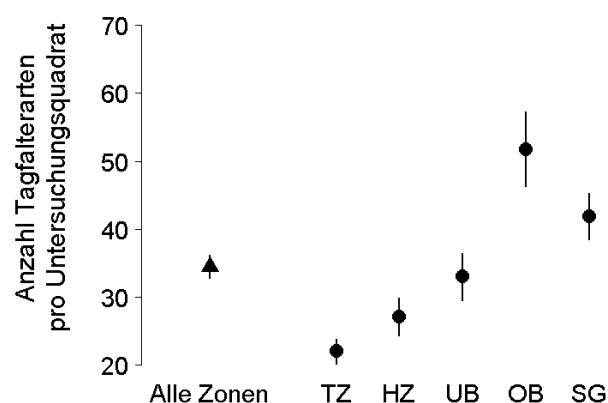
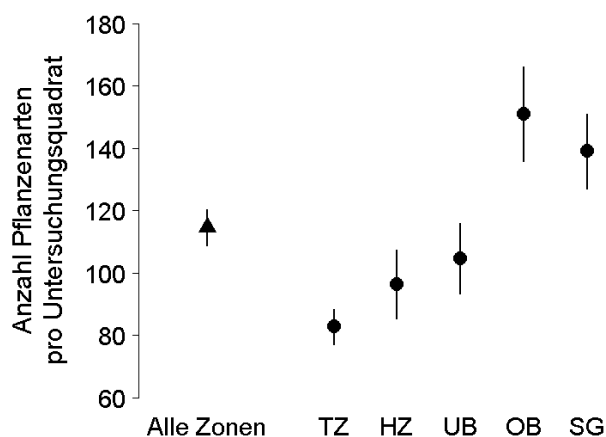


Abbildung 9: Indikator „Artenvielfalt (γ -Diversität)“: Anzahl Pflanzenarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (oben links), Anzahl Tagfalterarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (oben rechts) und Anzahl Brutvogelarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (unten links); Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

3.2.5 Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)

Die α -Diversität ist ein Mass für die Artenvielfalt innerhalb eines Lebensraums. In einer Vegetationsaufnahme von 10 m² wurden im Durchschnitt rund 22 Pflanzenarten (Abb. 10) gefunden. Im Vergleich dazu wurden im BDM in gleich grossen Probeflächen der gesamten Landschaft, also inklusive Siedlungsgebiet und Wald, fast gleich viele Arten angetroffen (BDM, 2006). Die Wirkungskontrolle Biotopschutz, die sich auf NHG-Flächen konzentriert, zählte in gleich grossen Probeflächen in Auen rund 15 Arten, in Mooren rund 26 Arten und in Trockenwiesen und -weiden rund 37 Arten (Bergamini et al., 2019).

In der Talzone fanden sich ungefähr halb so viele Arten (10 Arten) wie im gesamten ALL-EMA-Durchschnitt. In höher gelegenen Zonen war die durchschnittliche Artenzahl pro Vegetationsaufnahme höher. Die Differenz zwischen Tal- und Hügelizeone und zwischen unterer und oberer Bergzone war dabei deutlich grösser als zwischen Hügelizeone (16 Arten) und unterer Bergzone (20 Arten) sowie der oberen Bergzone (30 Arten) und dem Sömmerungsgebiet (30 Arten). Anders als die Artenvielfalt pro Untersuchungsquadrat (γ -Diversität) war die mittlere Artenvielfalt (α -Diversität) im Sömmerungsgebiet nicht tiefer als in der oberen Bergzone. Das heisst, die im Sömmerungsgebiet tiefere gesamte Artenvielfalt (γ -Diversität) lässt sich nicht auf eine tiefe α -Diversität zurückführen, sondern steht vielmehr im Zusammenhang mit anderen Faktoren, wie zum Beispiel der Lebensraumvielfalt, die im Sömmerungsgebiet tiefer war als in der oberen Bergzone (vgl. Kapitel 3.3 Hauptindikatoren im Vergleich).

Die fünf artenreichsten Flächen trafen Kartierende im Sömmerungsgebiet bzw. in der oberen Bergzone an. Die Probefläche mit der höchsten Artenzahl war ein Borstgrasrasen in den westlichen Alpen, wo 80 Pflanzenarten wuchsen. Mit 75 bis 70 Arten pro Probefläche folgten vier Bergfettwiesen, verteilt über die gesamten schweizerischen Alpen.

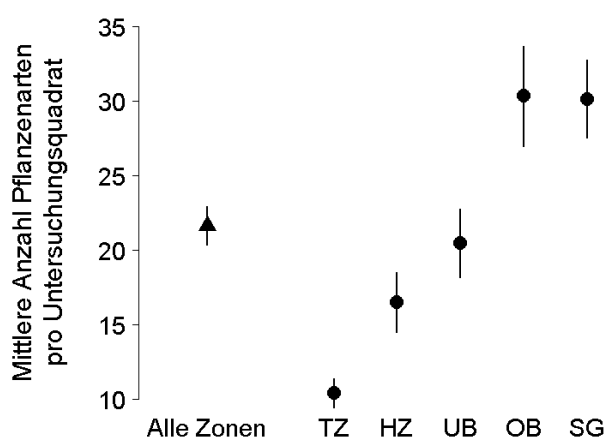


Abbildung 10: Indikator «Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)»: Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelizeone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Illustration: Häufigste UZL-Arten

Die gesamte Anzahl der erfassten UZL-Pflanzenarten in der Agrarlandschaft betrug 320, das ist knapp die Hälfte der Arten auf der Liste der UZL-Gefässpflanzen (680 Arten). Die drei UZL-Pflanzenarten, die am meisten auf Probeflächen vorkamen, waren der Blutwurz (*Potentilla erecta*), die Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*) und der Wald-Storchnabel (*Geranium sylvaticum*). Diese drei Arten kommen gemeinsam in den Goldhaferwiesen vor, also den nährstoffreicheren Mähwiesen in erhöhten, kühl-feuchten Lagen. Hier überschneiden sich die ökologischen Nischen dieser Arten, deren Vorkommen jeweils auch in weitere Lebensraumtypen reichen. Die Blutwurz – Futterpflanze des Zweibrütigen Würfelfalters (*Pyrgus armoricanus*) – ist eine Art der bodensauren Heiden, Magerwiesen und Flachmoore; die Wiesen-Platterbse gedeiht auch auf den feuchten Pfeifengraswiesen und in mesophilen Säumen; der Wald-Storchnabel besiedelt oft Hochstaudenfluren und Krautsäume, aber auch Auwaldgesellschaften. Ihre Anpassungsfähigkeit und ihr Auftreten in den relativ häufigen, meist wenig intensiv genutzten Goldhaferwiesen tragen dazu bei, dass diese drei Arten die meistgefundenen UZL-Arten sind.



Blutwurz
(*Potentilla erecta*)



Wiesen-Platterbse
(*Lathyrus pratensis*)

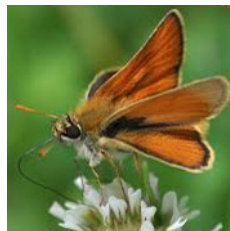


Wald-Storchnabel
(*Geranium sylvaticum*)

Von den insgesamt 114 UZL-Tagfalterarten wurden in der Agrarlandschaft 101 (rund 89 %) angetroffen. Am häufigsten waren der Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*), der Braunkolbige Braun-Dickkopffalter (*Thymelicus sylvestris*) und der Violette Wald-Bläuling oder Rotklee-Bläuling (*Polyommatus semiargus*). Der Schachbrettfalter fliegt von Mitte Juni bis Mitte August auf Magerwiesen und Felsensteppen bis ungefähr 1500 m ü. M. Seine Raupen ernähren sich von Süßgräsern und überwintern vor der Verpuppung. Der Braunkolbige Braun-Dickkopffalter ist als Falter von Anfang Juni bis Ende September in trockenen wie auch feuchten Lebensräumen bis zur Baumgrenze anzutreffen. Seine Raupen fressen Grasarten aus verschiedenen Gattungen und überwintern ebenfalls vor der Verpuppung. Auch der Violette Wald-Bläuling überwintert im Raupenstadium. Seine bevorzugten Futterpflanzen sind der Rot-Klee (*Trifolium pratense*) und der Wundklee (*Anthyllis vulneraria*). Mit relativ geringen Ansprüchen ist er einer der ersten Falter, der eine neu angelegte Wildblumenwiese besiedeln kann. Blütenreiche Wiesen besiedelt er bis zu einer Höhe von 2300 m ü. M. (Bühler-Cortesi, 2009).



Schachbrettfalter
(*Melanargia galathea*)



Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter
(*Thymelicus sylvestris*)



Violetter Wald-Bläuling
oder Rotklee-Bläuling
(*Polyommatus semiargus*)

Von den insgesamt 47 UZL- Brutvogelarten hatten rund zwei Drittel (37) ihren Reviermittelpunkt in der Agrarlandschaft. Die meisten Individuen in der Agrarlandschaft stammen vom Bergpieper (*Anthus spinoletta*), der Goldammer (*Emberiza citrinella*) und dem Baumpieper (*Anthus trivialis*). Der Bergpieper findet seinen Lebensraum vor allem oberhalb der Waldgrenze. Er baut sein Nest auf dem Boden und frisst Insekten und Spinnen. Wenn die Wiesen im Gebirge schneebedeckt sind, weicht er in tiefere Lagen aus. Das Verbreitungsgebiet der Goldammer liegt hauptsächlich unter 1000 m ü. M. Kulturlandschaften, die auch Hecken, Waldränder und Feuchtgebiete enthalten, werden von ihr besiedelt. Sie baut ihr Nest am Boden oder in der Kraut- und Strauchschicht und ernährt sich sowohl von Insekten als auch von Sämereien. Als Standvogel und Kurzstreckenzieher bleibt die Goldammer auch in der unwirtlichen Jahreszeit in mittel- und südeuropäischen Gefilden. Der Baumpieper hingegen gehört zu den Langstreckenziehern. Er überwintert in Afrika. Seine Hauptverbreitung in der Schweiz findet sich zwischen 1200 und 1700 m ü. M., wo er im Kulturland an Waldrändern und am Rand von Feuchtgebieten anzutreffen ist. Als Nahrung dienen dem Bodenbrüter Insekten und Spinnen.



Bergpieper
(*Anthus spinoletta*)



Goldammer
(*Emberiza citrinella*)



Baumpieper
(*Anthus trivialis*)

Fotos: Pflanzen: K. Lauber – Flora helvetica. Falter: Wikimedia Commons, by Lycaon / CC BY 2.0 (l.), by Aiwok / CC BY 2.0 (M.), Public Domain (r.). Vögel: Vogelwarte.ch – Beat Rüegger (l.), Marcel Burkhardt (M., r.).

3.3 Hauptindikatoren im Vergleich

Alle Hauptindikatoren wurden miteinander korreliert. Starke Korrelationen zwischen Hauptindikatoren würden darauf hindeuten, dass es Potenzial für eine Reduzierung des Indikatoren-Sets gäbe, da Indikatoren, die sehr stark mit anderen Indikatoren korrelieren, nur wenig zum Informationsgewinn beitragen. Die Korrelationsmatrix der ALL-EMA-Hauptindikatoren (Abb. 11) zeigt jedoch, dass die Hauptindikatoren vorwiegend schwach korreliert sind (Korrelationswert < 0.7) und somit eine Reduzierung des Sets nicht ohne Informationsverlust möglich wäre (Abb. 11). Die stärksten Korrelationen waren zwischen der «Mittleren lebensraumtypischen Artenvielfalt» und der «Mittleren Artenvielfalt (α -Diversität)» zu finden. Trotzdem ist es wichtig, beide Indikatoren beizubehalten. Wurden die Auswertungen der Indikatoren nach landwirtschaftlichen Zonen aufgeteilt und dabei ebenfalls die Muster zur «Lebensraumvielfalt» und zur «Artenvielfalt (γ -Diversität)» betrachtet (Abb. 12), zeigten sich Erklärungsansätze für die Ähnlichkeiten und Unterschiede dieser Hauptindikatoren, die mithelfen, allgemeine Biodiversitätsmuster zu verstehen. Bei allen vier Indikatoren lagen die Werte in den unteren drei Zonen (Talzone, Hügelzone und untere Bergzone) tiefer als in den oberen beiden Zonen (obere Bergzone und Sömmerungsgebiet). Interessanterweise unterschied sich aber je nach Indikator das Verhältnis der Werte im Sömmerungsgebiet zu jenen der oberen Bergzone. Die Lebensraumvielfalt war im Sömmerungsgebiet tiefer als in der oberen Bergzone (Abb. 12 oben links). Weniger verschiedene Lebensraumtypen führten zu einer tieferen Artenvielfalt (γ -Diversität) der Pflanzen im Sömmerungsgebiet als in der oberen Bergzone (Abb. 12 unten links; Williams, 1964). Pro Probefläche wurden im Sömmerungsgebiet hingegen fast gleich viele Pflanzenarten gefunden wie in der oberen Bergzone (Abb. 12 unten rechts). Das heisst, die vorkommenden Lebensraumtypen im Sömmerungsgebiet waren gleich artenreich wie jene in der oberen Bergzone, es gab einfach weniger verschiedene Lebensraumtypen. Die Berücksichtigung des mittleren Anteils der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten pro Untersuchungsquadrat vervollständigte das Bild (Abb. 12 oben rechts). Im Sömmerungsgebiet waren die einzelnen Lebensraumtypen in besonders artenreichen Ausprägungen anzutreffen. Dies steht wohl mit der weniger intensiven Bewirtschaftung des Sömmerungsgebietes im Zusammenhang. Durch den Zusatzindikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten» (Kapitel 3.4.4) wird diese Vermutung gestützt.

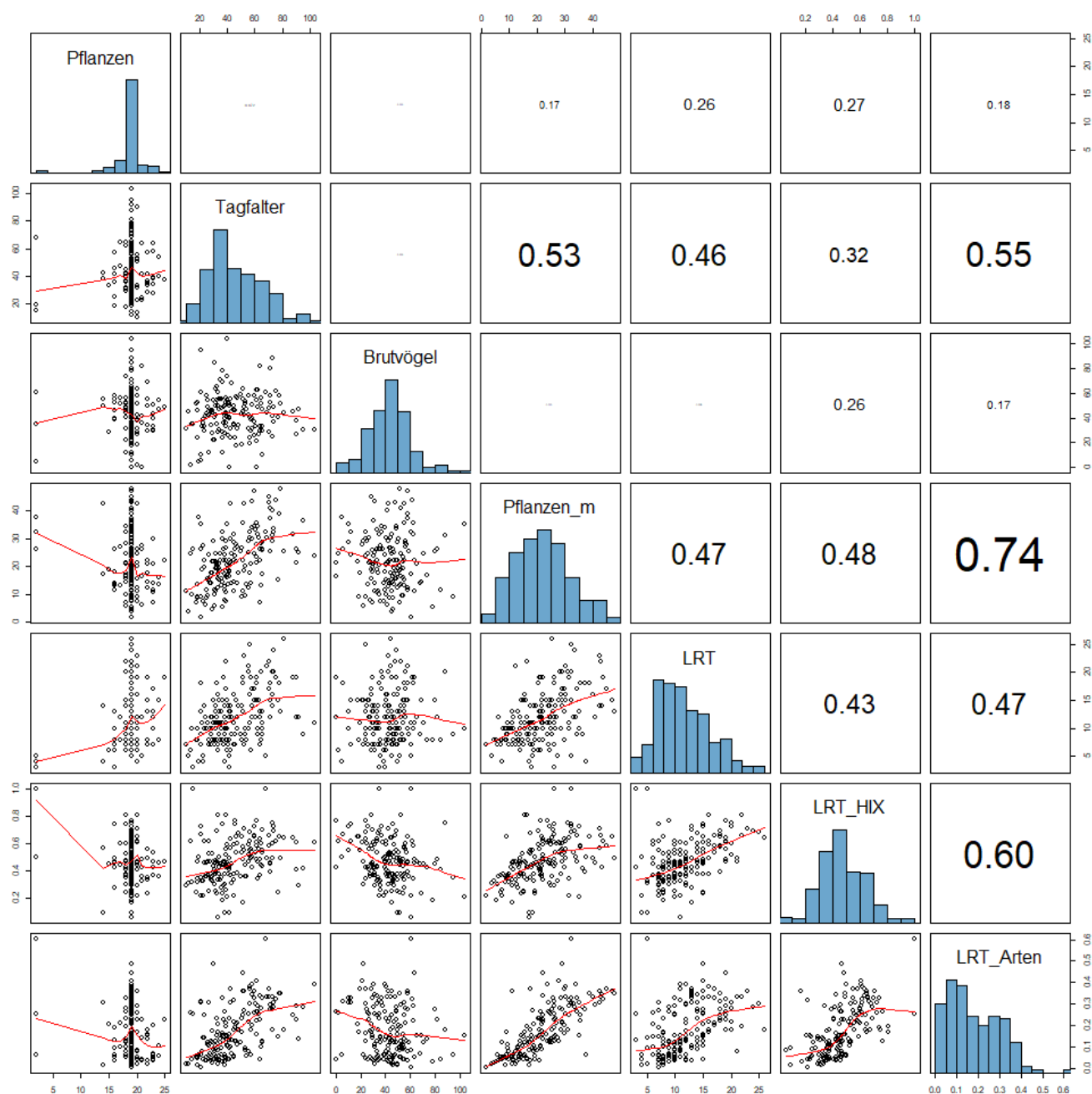


Abbildung 11: Punktfelddiagramme, Korrelationswerte und Werteverteilung für die Hauptindikatoren. «Pflanz» steht für das Mass «Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat»; «Tagfalter» für «Anzahl Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat»; «Brutvögel» für «Anzahl Brutvogelarten pro Untersuchungsquadrat»; «Pflanzen_m» für «Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat»; «LRT» für «Anzahl Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat»; «LRT_HIX» für «Mittlerer Hix-Index basierend auf Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat»; und «LRT_Arten» für «Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten pro Untersuchungsquadrat». In den Punktfelddiagrammen stellt die x-Achse denjenigen Indikator dar, der sich in derselben Spalte befindet. Die y-Achse bezieht sich auf den Indikator derselben Zeile. Gespiegelt an der Diagonalen werden die berechneten Werte für die jeweilige Korrelation zwischen den beiden Indikatoren dargestellt. Die Grösse der Zahl nimmt Bezug auf die Stärke der positiven bzw. allenfalls negativen Korrelation. Die Verteilung der Werte des jeweiligen Indikators ist im Histogramm (blaue Balken) zu erkennen.

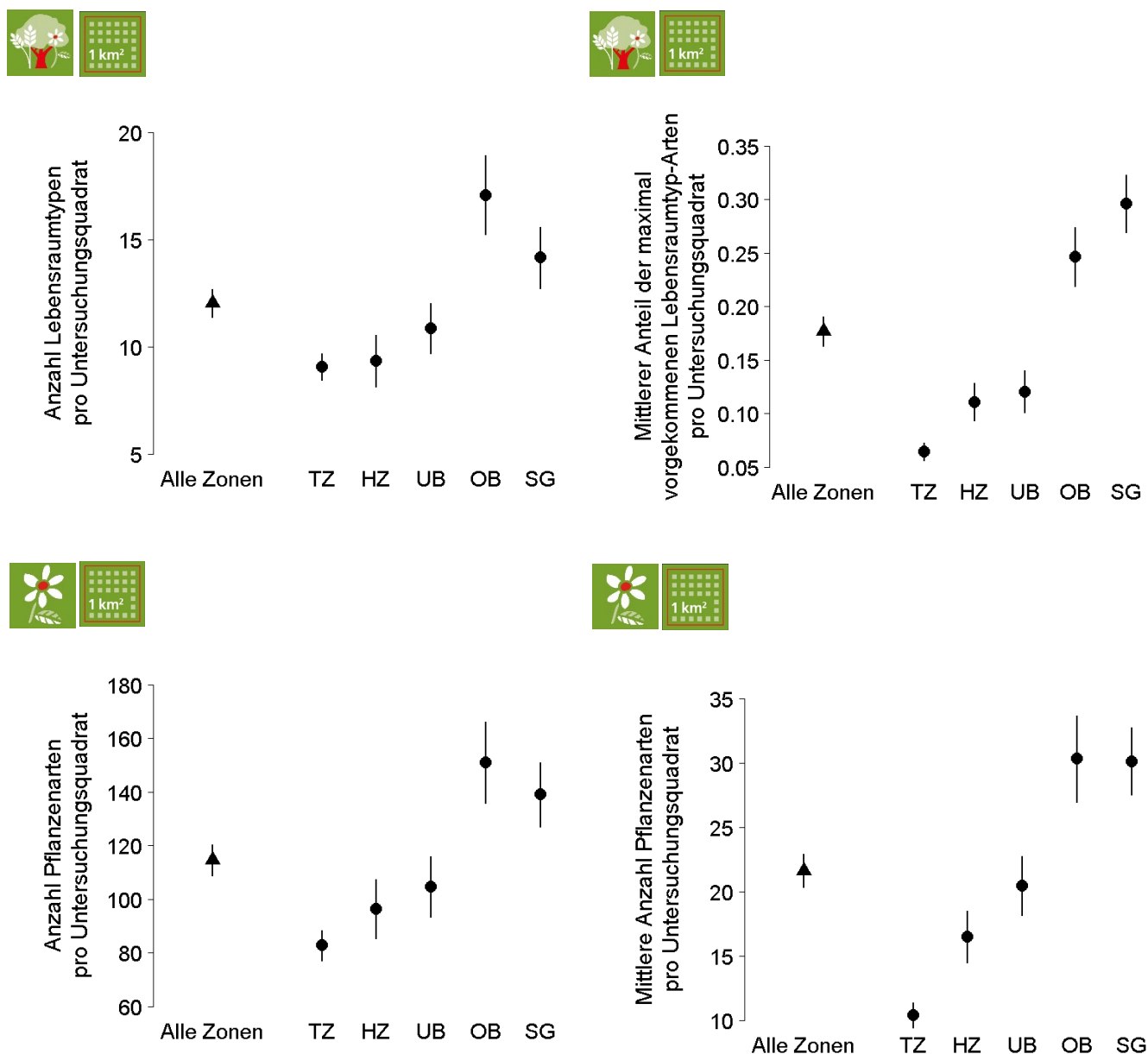


Abbildung 12: Die vier Hauptindikatoren «Lebensraumvielfalt» (oben links), «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt» (oben rechts), «Artenvielfalt (γ -Diversität)» (unten links) und «Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)» (unten rechts) im Vergleich. TZ: Talzone, HZ: Hügellzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

3.4 Zusatzindikatoren

3.4.1 Probeflächen mit invasiven Neophyten

Die Zunahme invasiver Neophyten ist eine potenzielle Bedrohung für die heimische Biodiversität. Die Erfassung dieser Artengruppe erlaubt es festzustellen, in welchen Lebensräumen sich invasive Neophyten besonders stark ausbreiten.

In den Probeflächen mit Lebensraumaufnahmen wurden alle invasiven Neophyten der Schwarzen Liste und der Watch-Liste gemäss InfoFlora (2014) erhoben. Insgesamt wurden 27 der 48 aufgelisteten terrestrischen Neophyten gefunden. Der Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten über die gesamte Schweiz war mit 2 % relativ klein.

Die fünf häufigsten invasiven Neophyten-Arten waren das Einjährige oder Gewöhnliche Berufskraut (*Erigeron annuus*; 53 % aller Beobachtungen), die Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*; 13 % aller Beobachtungen) und der Verlotscher Beifuss (*Artemisia verlotiorum*; 9 % aller Beobachtungen). Die weitherum bekannten Goldruten (*Solidago canadensis* und *Solidago gigantea*; 8 % bzw. 9 % aller Beobachtungen) gehörten ebenfalls zu den häufig gefundenen Neophyten. Keine der fünf Arten hat negative Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier, sie spielen jedoch eine Rolle bei der Verdrängung der einheimischen Flora. Das Einjährige oder Gewöhnliche Berufskraut führt zudem in der Landwirtschaft zu immer grösseren Problemen durch Verunkrautung von Rebflächen und extensiven Wiesen und Weiden. Bei 20 % aller Probeflächen mit invasiven Neophyten handelte es sich um Rebflächen mit dieser Art, wobei Rebflächen weniger als 1 % aller Lebensraumerhebungen in ALL-EMA ausmachten. Auch in Halbtrockenrasen war das Berufskraut überproportional häufig vertreten. Der Verlotsche Beifuss wächst häufig als Unkraut in Äckern und Obstkulturen, aber auch an Wegrändern und in Ruderalflächen, vor allem im Tessin. Die Armenische Brombeere ist ein lästiges Unkraut im Waldbau. Ein Viertel aller Probeflächen mit Neophyten grenzte unmittelbar an den Siedlungsraum. In der oberen Bergzone und im Sömmerungsgebiet fand man nur wenige Arten und auch diese sehr selten, denn viele der invasiven Neophyten sind wärmebedürftig (Abb. 13).

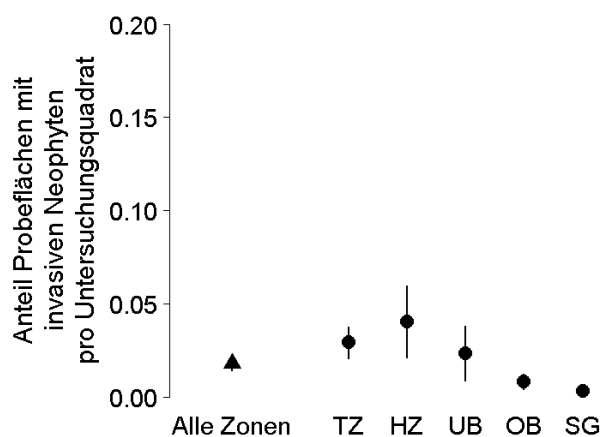


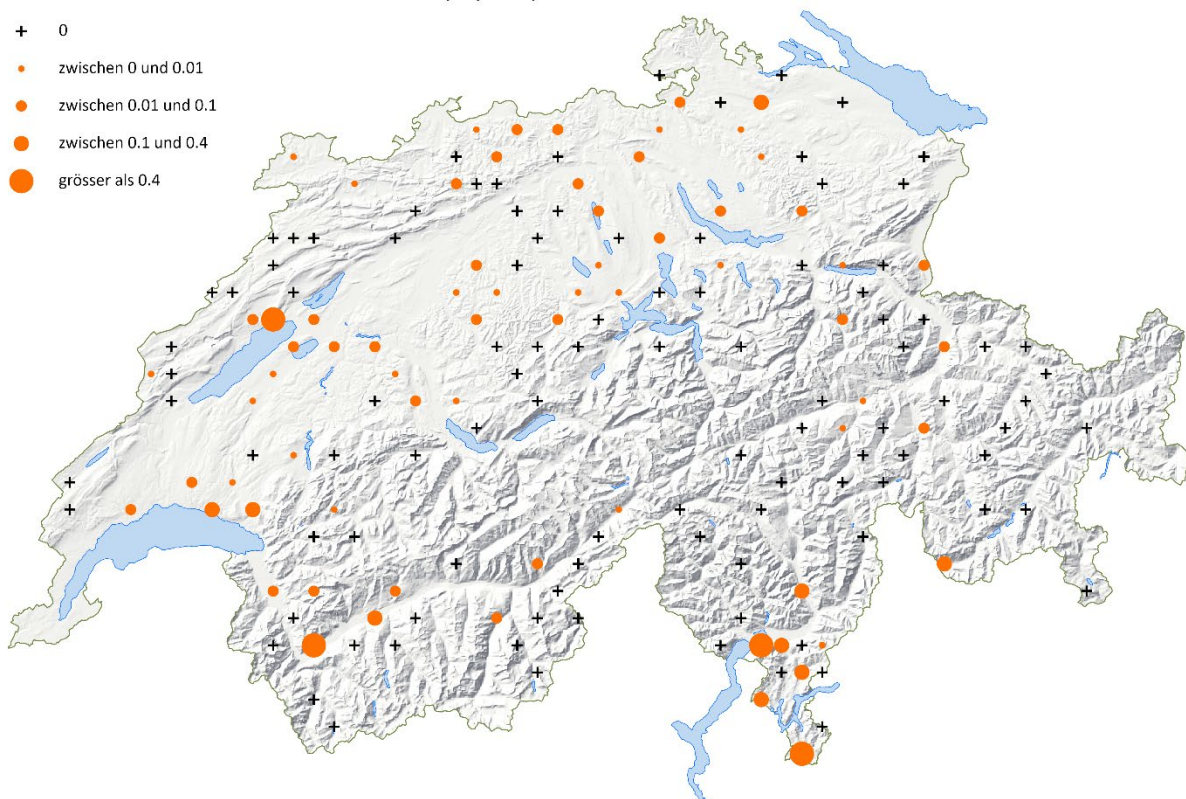
Abbildung 13: Indikator «Probeflächen mit invasiven Neophyten»: Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Illustration: Hotspots mit invasiven Neophyten in der Agrarfläche

Die Karte zeigt den Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten pro Untersuchungsquadrat. In knapp 60 % der Untersuchungsquadrate (Anzahl = 101) wurden auf keiner Probefläche invasive Neophyten gefunden. Die meisten dieser Untersuchungsquadrate liegen erwartungsgemäss in höheren Lagen im Jura, den Voralpen und Alpen. In eher tiefergelegenen, siedlungsnahen Lagen, die teilweise auch vom Rebbau dominiert waren, gab es vier Untersuchungsquadrate mit einem auffällig grossen Anteil an Probeflächen mit invasiven Neophyten. In diesen Untersuchungsquadraten kamen bis zu vier verschiedene invasive Neophyten vor, darunter waren das Einjährige oder Gewöhnliche Berufskraut (*Erigeron annuus*) und die beiden Goldruten-Arten (*Solidago canadensis* und *Solidago gigantea*) besonders häufig. Beachte: Die Karte stellt nur die Situation in der Agrarfläche dar und nicht die allgemeine Situation der Neophyten in der Schweiz.

Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten pro 1 km²

- + 0
- zwischen 0 und 0.01
- zwischen 0.01 und 0.1
- zwischen 0.1 und 0.4
- grösser als 0.4



Quelle Hintergrundkarte: Bundesamt für Statistik (BFS), GEOSTAT.

3.4.2 Artenvielfalt bedrohte Arten (γ -Diversität)

In der Schweiz werden die sogenannten Roten Listen der bedrohten Tier- und Pflanzenarten vom Bundesamt für Umwelt BAFU aufgrund der Richtlinien der IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) erstellt. Sie beinhalten u. a. den effektiv beobachteten Rückgang des Vorkommens einer bestimmten Art, ihr Verbreitungsgebiet und die Populationsgrösse der Art in absoluten Zahlen. Um das Ausmass der Gefährdung zu beschreiben, werden die bedrohten Arten in drei Gefährdungs-Kategorien unterteilt: CR bedeutet *Critically Endangered*, d. h. vom Aussterben bedroht: Ein Überleben der Art ist unwahrscheinlich, wenn die gefährdenden Faktoren weiterbestehen. EN bedeutet *Endangered*, d. h. stark gefährdet: Die Population ist in der ganzen Schweiz deutlich zurückgegangen und regional ganz verschwunden. VU bedeutet *Vulnerable*, d. h. verletzlich: Die Population ist noch weit verbreitet, hat aber regional stark abgenommen. Hier verwendeten wir die nationalen Roten Listen für Gefässpflanzen (Bornand et al., 2016), Tagfalter und Widderchen (Wermeille et al., 2014) und Brutvögel (Keller et al., 2010).

Allgemein wurden nur sehr wenige bedrohte Arten in der Agrarlandschaft vorgefunden (Abb. 14), wobei die Anzahl festgestellter bedrohter Arten in den oberen Zonen höher war als in den tieferen Zonen.

Für die Pflanzenarten konnte auf Probeflächenebene ein Vergleich zu den Inventarflächen in der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz gezogen werden (Indikator «Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)»; Tab. A1 im Anhang). Mit 0.2 bedrohten Arten in Auen, 1.8 bedrohten Arten in Mooren und 0.6 bedrohten Arten in Trockenwiesen und -weiden pro 10 m² fanden sich in diesen Flächen deutlich mehr bedrohte Arten als in der allgemeinen Agrarfläche (durchschnittlich 0.01 bedrohte Arten). Drei Pflanzenarten waren stark gefährdet und traten in der Talzone sowie einmal in der unteren Bergzone auf. Als verletzlich waren 32 Pflanzenarten eingestuft. Generell ist anzumerken, dass ALL-EMA nicht dafür konzipiert ist, das Vorkommen von bedrohten Pflanzenarten zu erfassen. Dafür gibt es spezialisierte Programme (wie z. B. die Roten Listen), in denen seltene Arten gezielt gesucht werden. Bedrohte Arten sind zu selten, als dass sie mit einer rasterbasierten Erhebung wie derjenigen von ALL-EMA in nennenswertem Umfang angetroffen werden könnten.

Unter den Tagfalterarten wurden 18 stark gefährdete Arten identifiziert, wovon nur eine in der Talzone vorkam. In der Hügel- und unteren Bergzone waren es 7 bzw. 8 stark gefährdete Arten und in der oberen Bergzone und dem Sömmerungsgebiet 14 bzw. 16 stark gefährdete Arten. Weiter wurden 28 verletzlich Tagfalterarten identifiziert.

Bei den Brutvogelarten kamen zwei stark gefährdete Arten in der oberen Bergzone bzw. im Sömmerungsgebiet vor, und 15 verletzlich Arten, die hauptsächlich in der Talzone beobachtet wurden.


Anzahl bedrohte Pflanzenarten
pro Untersuchungsquadrat

Alle Zonen TZ HZ UB OB SG


Anzahl bedrohte Tagfalterarten
pro Untersuchungsquadrat

Alle Zonen TZ HZ UB OB SG

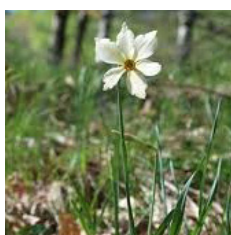

Anzahl bedrohte Brutvogelarten
pro Untersuchungsquadrat

Alle Zonen TZ HZ UB OB SG

Abbildung 14: Indikator «Artenvielfalt bedrohte Arten (γ -Diversität)»: «Anzahl bedrohte Pflanzenarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat» (oben links), «Anzahl bedrohte Tagfalterarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat» (oben rechts) und «Anzahl bedrohte Brutvogelarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat» (unten links); Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Smmungsgebiet.

Illustration: Häufigste bedrohte Arten

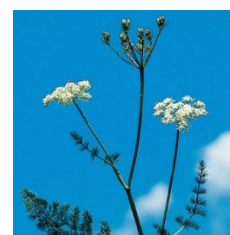
Insgesamt wurden in ALL-EMA 39 Pflanzenarten erfasst, die in der Agrarlandschaft bedroht sind (d.h. Rote Liste Status CR = *critically endangered* bzw. vom Aussterben bedroht, EN = *endangered* bzw. stark gefährdet, und VU = *vulnerable* bzw. verletzlich). Davon wurden am häufigsten die Langensee-Narzisse (*Narcissus × verbanensis*, Status: VU), die Berg-Rose (*Rosa montana*, Status: VU) und die Bärenwurz (*Meum athamanticum*, Status: VU) notiert. Allen drei gemeinsam ist, dass sie spezifische Ansprüche an ihren Lebensraum stellen und bei intensiver Bewirtschaftung nicht konkurrenzfähig sind. Die Langensee-Narzisse besiedelt extensiv genutzte sowie naturbelassene Wiesen und lichte Wälder im Süd-Tessin. Sie ist durch den Siedlungsdruck und die Verwaldung ihrer Standorte gefährdet, bisher aber in ihrem begrenzten Verbreitungsgebiet noch regelmässig zu finden. Die Berg-Rose, eine Art mit Schwerpunkt in den südeuropäischen und nordafrikanischen Gebirgen, besiedelt trockenwarme Gebüsche und Weiden an Hanglagen im Wallis und im Jura. Wie alle Wildrosen bietet sie Nistplätze und eine wertvolle Nahrungsquelle für viele Tierarten. Die Bärenwurz schliesslich gedeiht auf steinigem, oft von Borstgras geprägten, kalkarmen und nährstoffarmen Weiden des Jura und der Voralpen. Sie ist stark aromatisch und eine traditionelle Heilpflanze.



Langensee-Narzisse
(*Narcissus × verbanensis*)



Berg-Rose
(*Rosa montana*)



Bärenwurz
(*Meum athamanticum*)

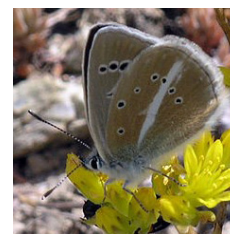
Von den insgesamt 46 erfassten bedrohten Tagfalterarten in der Agrarlandschaft wurden der Rote Scheckenfalter (*Melitaea didyma*, Status: VU), der Skabiosen-Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*, Status: EN) und der Weissdolph-Bläuling (*Polyommatus damon*, Status: VU) am häufigsten angetroffen. Der Rote Scheckenfalter fliegt von Mai bis September in ausgesprochen warmen Trockenrasen und Felsensteppen bis 2400 m ü. M., hauptsächlich im Tessin, Wallis und Jura. Als Futterpflanze für die Raupen dient die Mehligie Königskerze (*Verbascum lychnitis*). Der Rote Scheckenfalter überwintert als Raupe. Auch der Skabiosen-Scheckenfalter überwintert als Raupe. Zu seinen Lebensräumen gehören Hochmoorränder, Streuwiesen und selten trockene Magerwiesen bis 1500 m ü. M. Die Art ist standorttreu. Als Nahrung für die Raupen dienen der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*), die Gemeine Skabiose (*Scabiosa columbaria*) oder der Gelbe Enzian (*Gentiana lutea*). Seine Flugzeit dauert von Anfang Mai bis Ende Juli. Der Weissdolph-Bläuling kommt bis 1900 m ü. M. in sehr extensiv genutzten Wiesen vor, die einmal pro Jahr oder nur alle zwei Jahre geschnitten werden. Er ist von Juli bis Anfang Oktober als Falter anzutreffen. Die Nachkommen überwintern teilweise im Ei- und teilweise im Raupenstadium. Die Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) wird von den Raupen als Futterpflanze genutzt (Bühler-Cortesi, 2009).



Roter Scheckenfalter
(*Melitaea didyma*)



Skabiosen-Scheckenfalter
(*Euphydryas aurinia*)



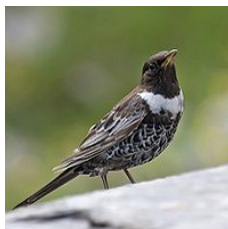
Weissdolph-Bläuling
(*Polyommatus damon*)

Die Wacholderdrossel (*Turdus pilaris*, Status: VU), die Ringdrossel (*Turdus torquatus*, Status: VU) und das Braunkelchen (*Saxicola rubetra*, Status: VU) waren die häufigsten der insgesamt 17 erfassten bedrohten Brutvogelarten. Die Wacholderdrossel brütet als einzige Drosselart gerne in Kolonien. Sie baut ihr grosses Nest hoch in Bäumen und besiedelt Kulturland, Siedlungen und Waldränder bis ins Gebirge. Zu ihrer Nahrung gehören Insekten, Beeren und Würmer, die sie als Kurzstreckenzieher während des Winters in näheren, weniger kalten Gebieten

sucht. Die Ringdrossel brütet grösstenteils zwischen 1200 und 2200 m ü. M. in aufgelockerten Nadelwaldzonen, ebenfalls auf Bäumen. Ihre Nahrung – Insekten, Beeren und Würmer – sucht sie in nahegelegtem Grünland. Den Winter verbringt sie im Mittelmeerraum. Als Bodenbrüter wird das Braunkehlchen stark von der frühen Nutzung des Grünlands in tieferen Lagen beeinträchtigt. Es ist vor allem noch in Regionen zwischen 1400 und 1900 m ü. M. anzutreffen. Wiesen und Weiden mit einer hohen Vielfalt verschieden hoher Kräuter und Gräser werden von ihm bevorzugt. Von einer Warte aus macht es Jagd auf Insekten oder sucht den Boden nach Spinnentieren, kleinen Schnecken und Würmern ab. Das Braunkehlchen ist ein Langstreckenzieher und verbringt den Winter südlich der Sahara.



Wacholderdrossel
(*Turdus pilaris*)



Ringdrossel
(*Turdus torquatus*)



Braunkehlchen
(*Saxicola rubetra*)

Fotos: Pflanzen: Oswald Gabathuler – Infoflora (l), K. Lauber – Flora helvetica (m,r). Falter: Wikimedia Commons, by tvol / CC BY 2.0 (l), by Tintazul / CC BY 2.0 (m), Public Domain (r). Vögel: Wikimedia Commons, by Eaglestein / CC BY 2.0 (l), Merops / CC BY 2.0 (m), Photo by Pkuczynski / CC BY 2.0 (r)

3.4.3 Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften (β -Diversität)

Die β -Diversität ist ein Mass für die Unterschiede zwischen einzelnen Artengesellschaften. Sie trägt dazu bei, dass in einer Landschaft die γ -Diversität hoch ist: Wenn zum Beispiel die durchschnittliche Anzahl Arten auf Flächen innerhalb einer Landschaft, also die α -Diversität, eher gering ist, sich aber die Artengesellschaften von Fläche zu Fläche unterscheiden (d. h. eine hohe β -Diversität vorhanden ist), dann resultiert daraus dennoch eine relativ hohe γ -Diversität (Gesamtartenvielfalt der Landschaft). Innerhalb der Untersuchungsquadrate von ALL-EMA unterschieden sich die Pflanzenartengesellschaften in der unteren Bergzone weniger stark voneinander als in der Tal- und Hügelize (Abb. 15). Der Grund dafür ist, dass die untere Bergzone stark durch Grasland dominiert wurde und so weniger unterschiedliche Nutzungstypen innerhalb der Untersuchungsquadrate aufwies als die Tal- und Hügelize. Darum war die Ähnlichkeit zwischen den Artengesellschaften ausgeprägter. Auch in der oberen Bergzone und im Sömmerungsgebiet herrschte die Graslandwirtschaft vor. Trotzdem fanden sich dort grössere Unterschiede zwischen den Pflanzengesellschaften als in der unteren Bergzone. Mitverantwortlich dafür könnten die vielfältigen Geländeformen aufgrund der Variationen in der Steilheit und der Exposition sein, welche die Etablierung unterschiedlicher Pflanzengesellschaften trotz vergleichbarer Nutzung fördern.

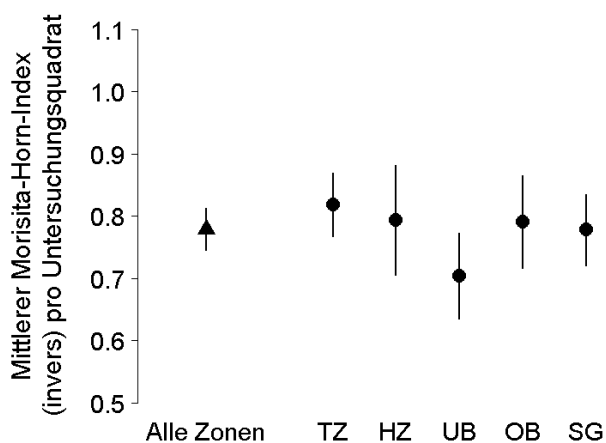
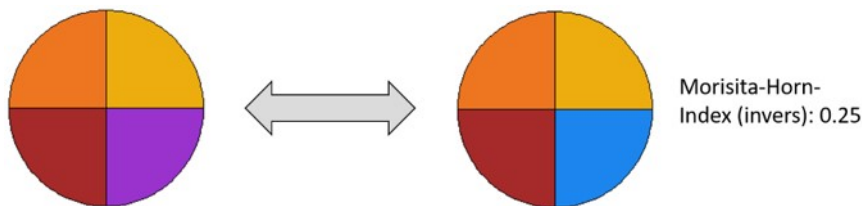


Abbildung 15: Indikator «Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften»: Mittlerer Morisita-Horn-Index (invers) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

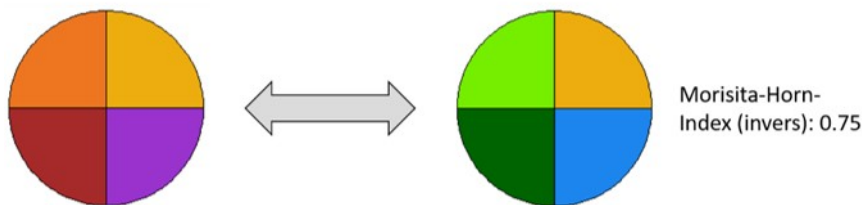
Box: Methodik «Unähnlichkeit der Pflanzengesellschaften»

Die Ähnlichkeit der Pflanzengesellschaften zwischen den Probeflächen innerhalb eines Untersuchungsquadrats wurde mit Hilfe des Morisita-Horn-Index bewertet (Horn, 1966; Wolda, 1981). Wir drücken dieses Mass als Unähnlichkeit aus, indem wir den Morisita-Horn-Index (invers) verwenden, d. h. $1 - \text{Morisita-Horn-Index}$. Ein Wert von 0 weist somit darauf hin, dass die verglichenen Pflanzengesellschaften zweier Vegetationsaufnahmen identisch sind, ein Wert von 1 hingegen zeigt an, dass sich die Pflanzengesellschaften grundlegend unterscheiden.

Innerhalb eines Untersuchungsquadrats wurde jede Pflanzengesellschaft (Vegetationsaufnahme) einzeln mit jeder anderen Pflanzengesellschaft verglichen und der Mittelwert aus den vielen paarweisen Vergleichen berechnet.

Beispiel A

Zwei Pflanzengesellschaften bestehen je aus vier Arten. Sie haben die gleiche Artenvielfalt (α -Diversität). Drei Arten sind in beiden Pflanzengesellschaften die gleichen, in einer Art unterscheiden sie sich. Die berechnete Unähnlichkeit beträgt 0.25

Beispiel B

Wiederum bestehen zwei Pflanzengesellschaften aus der gleichen Anzahl Arten, nämlich vier. Eine Art kommt in beiden Pflanzengesellschaften vor, die drei anderen Arten sind unterschiedlich. Die Unähnlichkeit gegenüber dem Beispiel A hat zugenommen; der berechnete Wert beträgt 0.75.

Zusätzlich zu der hier dargestellten unterschiedlichen Identität der Arten, berücksichtigt der Morisita-Horn-Index auch, wie unterschiedlich häufig die einzelnen Arten in den Artengesellschaften auftreten. Dies hilft, Unähnlichkeiten zwischen Artengesellschaften differenziert zu berechnen.

3.4.4 Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten

Durch eine Änderung in der Intensität der Bewirtschaftung verändert sich die Vielfalt der Arten und Lebensräume (MacDonald et al., 2000; Stoate et al., 2001). In ALL-EMA wurden zwar keine unabhängigen Erhebungen zur Bewirtschaftungsintensität durchgeführt. Die Bewirtschaftungsintensität lässt sich aber mit Hilfe der Nährstoffzeigerwerte der einzelnen Pflanzenarten nach Landolt (2010) aus den Vegetationsaufnahmen ableiten. Der Nährstoffzeigerwert einer Pflanzenart bezeichnet ihre Vorliebe für nährstoffarme oder nährstoffreiche Standorte, insbesondere in Bezug auf Stickstoff, aber oft auch auf Phosphor (Landolt, 1977). Eine Skala von 1 bis 5 gibt Aufschluss über die, für die Pflanzen verfügbaren, Nährstoffe (1 = starker Magerkeitszeiger, 2 = Magerkeitszeiger, 3 = mittlerer Nährstoffzeiger, 4 = Nährstoffzeiger, 5 = Überdüngungszeiger). Nährstoffe stehen in direktem Zusammenhang mit der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung: Je intensiver die Nutzung, desto mehr Stickstoff wird eingesetzt (Blüthgen et al., 2012; Socher et al., 2012). Ein Teil des Stickstoffs, der auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird, wird von den Kulturpflanzen aufgenommen und verlässt die Fläche wieder in der Form von Nahrungsmitteln. Ein anderer Teil wird in die Umwelt freigesetzt, z. B. in Form von atmosphärischem Stickstoff (N_2), Ammoniak (NH_3), Nitrat (NO_3) und Lachgas (N_2O). Ammoniak verändert die Vielfalt der Arten und Lebensräume, Nitrat belastet das Grundwasser, und Lachgas ist ein Klimagas mit hohem Erwärmungspotenzial (Guthrie et al., 2018). In der Schweiz gelangen jährlich ca. 100 000 Tonnen Stickstoff in die Umwelt.

Die Berechnung der mittleren Nährstoffzeigerwerte aus den Vegetationsaufnahmen von ALL-EMA machte deutlich, wie intensiv die Bewirtschaftung in den drei unteren Zonen (Talzone, Hügelzone und untere Bergzone) war (Abb. 16). Der mittlere Nährstoffzeigerwert der Pflanzenarten in der Agrarlandschaft dieser Zonen lag höher als 3, d. h. zwischen dem mittleren Nährstoffwert und dem Überdüngungswert. Mit zunehmender Zone nahm der mittlere Nährstoffzeigerwert ab (rund 2.7 in der oberen Bergzone und rund 2.3 im Sömmerungsgebiet). Aus den Daten der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz wurden vergleichbare Werte für einzelne Lebensraumgruppen hergeleitet: in Auen betrug die mittlere Nährstoffzahl 3.1, in Mooren 2.4 und in Trockenwiesen und -weiden 2.5 (Berechnungen WBS, Bergamini et al., 2019).

Der hohe Düngereinsatz und – wenn auch in geringerem Mass – Einträge von Stickstoff aus der Luft in den Boden, waren für die Werte in der Tal-, Hügel und unterer Bergzone verantwortlich (Bobbink et al., 2010). Die tiefen Nährstoffzeigerwerte im Sömmerungsgebiet weisen darauf hin, dass die vorherrschenden Standortbedingungen (z. B. die Gründigkeit des Bodens, die Steilheit des Geländes und die kurzen Vegetationsperioden) die Bewirtschaftung stark einschränken.

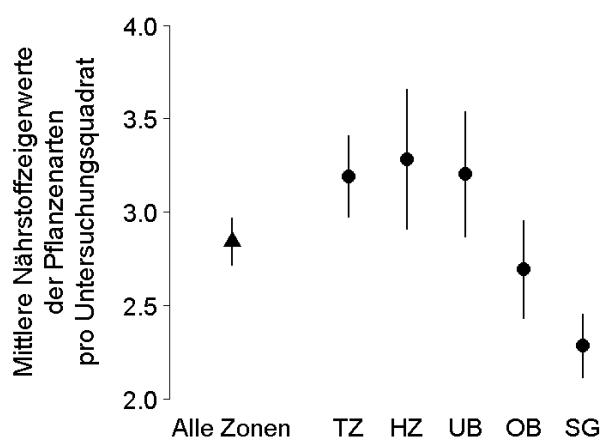


Abbildung 16: Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten»: mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt ± Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Illustration: Unterschiedliche mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten

Zeigerwerte erlauben es, anhand der an einem Standort erfassten Arten, Rückschlüsse auf die Bodeneigenschaften wie Feuchtigkeit, Bodenreaktion und Nährstoffgehalt zu ziehen. Ein hohes Nährstoffniveau mit intensiver Nutzung fördert bestimmte produktive und regenerierfähige Pflanzenarten. Das führt dazu, dass viele andere Arten zurückgedrängt werden und die Vielfalt insgesamt abnimmt.



Beide Weiden in der Abbildung links befinden sich im ersten Aufwuchs. Die Weide rechts des Zauns wurde stärker gedüngt. Die gelben Blüten gehören zum Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), einem Nährstoffzeiger. In dieser Fläche ist eine geringere Pflanzenvielfalt zu erwarten als in der momentan scheinbar eintönigeren Fläche links des Zauns.

Die Unterschiede im Nährstoffgehalt einer Wiese lassen sich anhand der Zeigerarten ablesen. Bei den Talfettwiesen weisen Arten wie der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) oder die Wiesen-Margerite (*Leucanthemum vulgare*) auf verhältnismässig tiefe Gehalte an Nährstoffen hin (rechts). Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), Italienisches Raigras (*Lolium multiflorum*) und Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) hingegen sind Zeiger für hohe Gehalte (ganz rechts).



Fotos: Susanne Riedel (oben), Alexander Indermaur (unten).

3.4.5 Gehölze

Gehölze bereichern als Strukturen die Lebensraumvielfalt einer Landschaft. Besonders wertvoll für eine Vielzahl von Arten sind Grenzen und Übergänge zwischen Offenland und durch Gehölze geschlossenen Flächen (Fahrig, 2003; Terraube et al., 2016). Somit deuten eine grössere Anzahl Gehölze, und insbesondere längere Gehölzgrenzen, im Allgemeinen auf eine höhere Biodiversität hin.

Gehölze wurden in ALL-EMA durch Luftbildinterpretation erfasst (siehe Box zur Methodik «Gehölzdelineation»). Die mittlere Gesamtlänge der Waldrandgrenzen angrenzend an die Agrarlandschaft betrug über alle Untersuchungsquadrate hinweg rund 5 km (Abb. 17, oben links), und für Grenzen von Feldgehölzen und Hecken innerhalb der Agrarlandschaft rund 2 km (Abb. 17, unten links). In der Talzone (rund 3 bzw. 2 km) und der Hügelzone (rund 4 bzw. 2 km) waren die Gehölzgrenzen deutlich kürzer als in der unteren Bergzone (rund 6 bzw. 3 km) und oberen Bergzone (rund 7 bzw. 4 km). Ein Hauptgrund dafür liegt bei der unterschiedlich starken Intensivierung der Landwirtschaft, bei welcher insbesondere in den tieferen Zonen die Landschaft zunehmend ausgeräumt wurde und Waldränder begradigt wurden, um die Bewirtschaftung zu erleichtern. Dabei nahm die Länge der Gehölzgrenzen ab, und zudem verschwanden in diesem Prozess auch viele Einzelbäume und -büsche (Abb. 17, unten rechts) sowie aufgelöster Wald, der eine Ansammlung von Einzelgehölzen in der Agrarlandschaft darstellt und beispielsweise in tieferen Zonen Wytweiden beinhaltet oder in höheren Zonen durch die Aufgabe der Nutzung und demzufolge Verbuschung zustande kommt (Abb. 17, oben rechts). Im Sömmerungsgebiet, das mehrheitlich über der Waldgrenze liegt, ist die Länge der Gehölzgrenzen natürlicherweise wieder tiefer, die Anzahl Einzelbäume und -büsche sowie die Fläche mit aufgelöstem Wald hingegen, verglichen mit den anderen Zonen, hoch. Falls in Zukunft grossflächig schlecht erreichbare Flächen weiter vergangen und einzelne Gehölzgruppen zu einer gesamten Fläche zusammenwachsen, werden die Länge der Gehölzgrenzen, die Anzahl der Einzelbäume und -büsche und die Fläche mit aufgelöstem Wald sinken. Das Überhandnehmen von verbuschten Flächen im Sömmerungsgebiet hat negative Auswirkungen auf die dortige Artenvielfalt (Anthelme et al., 2001; Koch et al., 2015).

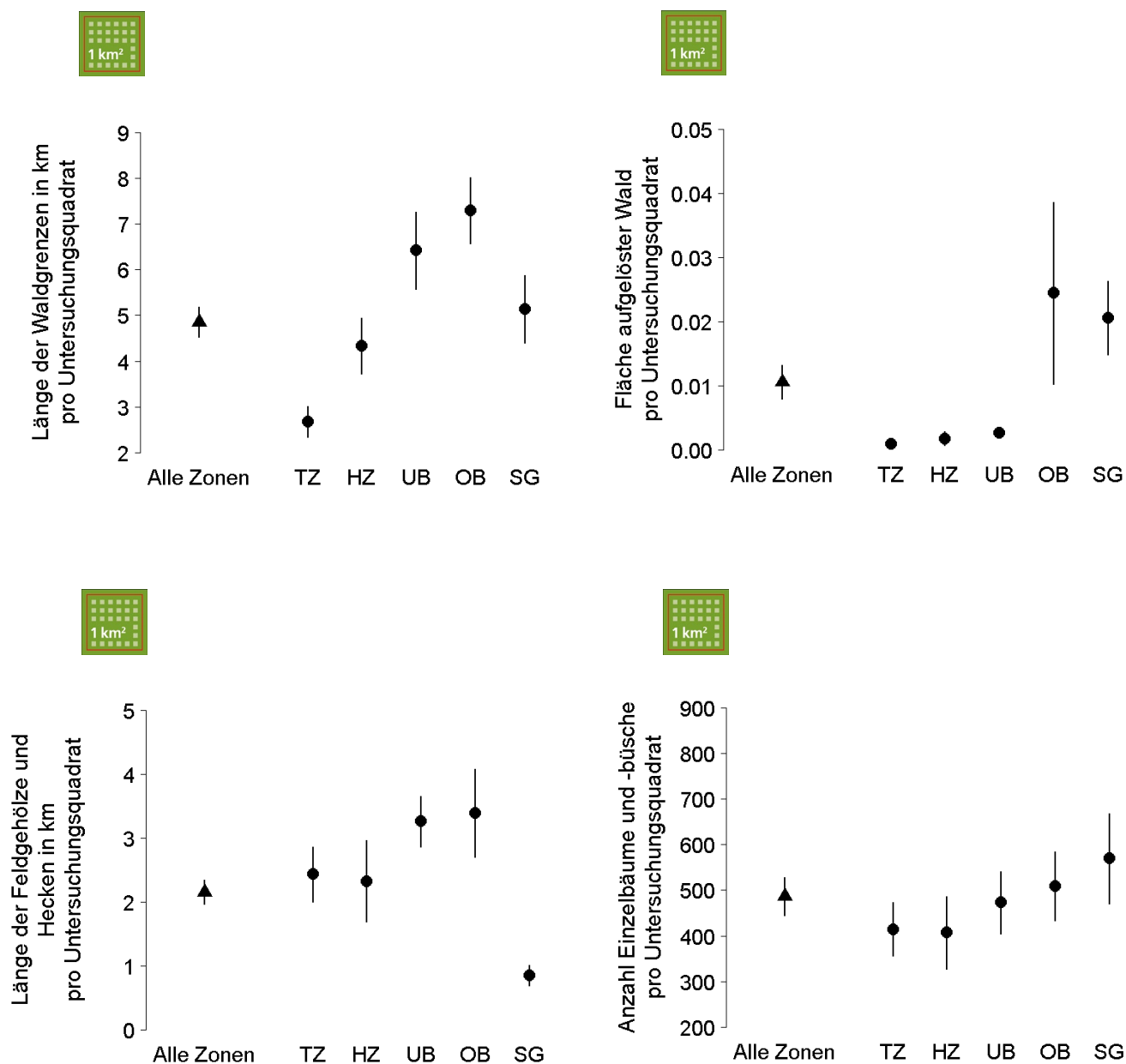
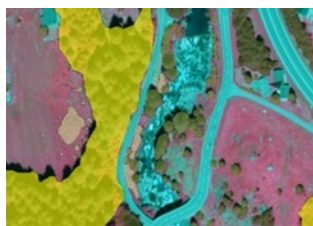


Abbildung 17: Indikator „Gehölze“: Länge der Waldgrenzen in Kilometern angrenzend an die Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (oben links), Fläche mit aufgelöstem Wald in Quadratkilometern in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (oben rechts), Länge der Feldgehölze und Hecken in Kilometern in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (unten links), und Anzahl Einzelbäume und -büsche in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat (unten rechts); Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

Box: Methodik «Gehölzdelineation»

Gehölze wurden in ALL-EMA mit stereoskopischer Luftbildinterpretation auf der Grundlage von ADS-Daten des Bundesamts für Landestopografie swisstopo erfasst. Diese 3D-Technologie ermöglicht es, die Gehölze inklusive derer Höheninformation lagegenau und ohne Luftbildverzerrung zu erfassen. Dafür wurden 11 Gehölzklassen nach dem Standard der Arealstatistik ausgewählt (BFS, 2014). Zwei dieser Klassen (d. h. Wald und Gebüschwald) grenzen nicht-landwirtschaftlich genutzte Waldflächen von landwirtschaftlich genutzten Flächen ab und werden bei der Berechnung der Länge der Waldgrenzen angrenzend an die Agrarlandschaft beigezogen. Gehölze, die in der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommen, also aufgelöster Wald, Hecken und Feldgehölze sowie Einzelbäume und -büsche (d. h. Siedlungsgehölz, Hochstamm-Feldobst, Einzelbäume und Baumgruppen, Gebüsch und Strauchvegetation) können so wie Waldränder ebenfalls zur Artenvielfalt beitragen und werden daher in ALL-EMA mittels Indikatoren überwacht. Drei weitere Gehölzklassen in der Agrarlandschaft, die eine sehr intensive Nutzung aufweisen (d. h. Obstanlagen, Rebflächen und Baumschulen) werden zwar im Luftbild abgegrenzt, fliessen aber nicht in die Indikatoren ein.

3.4.6 Gewässer

Obwohl kleine und grosse Gewässer eine grosse Anzahl an Lebensräumen und Arten beherbergen und eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen erbringen, wie Wasserreinigung, Hochwasserausgleich, Erosionsschutz und Lebensraum für Bestäuber, wurden in tiefer gelegenen Zonen die meisten kleinen Gewässer infolge der Intensivierung der Landwirtschaft bei Meliorationen und Entwässerungen eingedohlt oder trockengelegt. Flüsse und Bäche wurden begradigt, um Kulturland zu gewinnen und den Hochwasserabfluss zu kontrollieren. Dies entspricht dem, was auch auf der Karte der Ökomorphologie der Schweizer Fliessgewässer dokumentiert ist (<https://map.geo.admin.ch>). Die an die verbleibenden Gewässer angrenzenden Übergangslebensräume stellen für viele Pflanzen und Tierarten wertvolle Habitate dar, wurden jedoch im Zuge der Gewässerkorrektur oft auf schmale Pufferstreifen reduziert. Rund ein Fünftel der Schweizer Fliessgewässer ist heute vollkommen künstlich, stark beeinträchtigt oder eingedohlt (Zeh Weissmann et al., 2009). Erst in den letzten Jahren wurde dieser Raum durch Renaturierungen wieder vermehrt für Wildlebewesen und eine natürliche Entwicklung zur Verfügung gestellt.

In ALL-EMA wurde die Länge aller Gewässerränder angrenzend an die Agrarlandschaft mittels Daten aus dem Topografischen Landschaftsmodell TLM 3D (swisstopo, 2014) berechnet, das heisst sowohl von stehenden Gewässern als auch von nicht eingedohnten Fliessgewässern. Nicht miteinbezogen wurden Gewässergrenzen innerhalb von Siedlungen, im Wald oder in Gebirgsregionen ausserhalb der Agrarlandschaft. In der Tal- und Hügelizeone betrug die Länge der Gewässergrenzen nur 2.1 km, in der unteren und oberen Bergzone 3.5 km und im Sömmerungsgebiet, wo viele Gewässer ihren Ursprung haben, 2.5 km (Abb. 18).

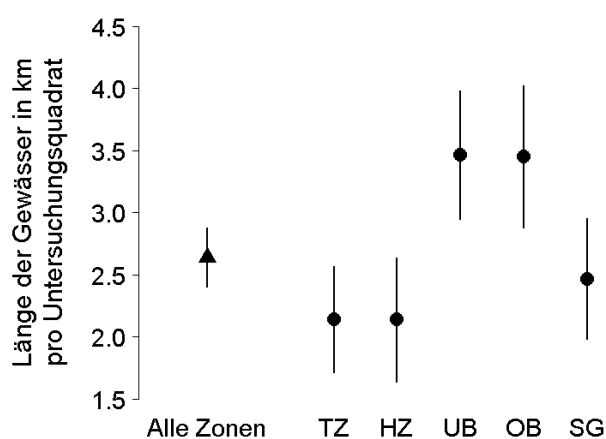


Abbildung 18: Indikator „Gewässer“: Länge der Gewässer in Kilometern in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelizeone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

4 Evaluation der Biodiversitätsförderflächen

Um die Vielfalt von Arten und Lebensräumen zu erhalten und zu fördern, werden die Direktzahlungen für Landwirte in der Schweiz nur dann ausgerichtet, wenn der ökologische Leistungsnachweis (ÖLN, ein Minimalstandard für die umweltgerechte Landwirtschaft) erfüllt ist. Zudem werden an die Landwirtinnen und Landwirte spezifische Biodiversitätsbeiträge ausgerichtet, wenn sie auf bestimmten Flächen ihres Betriebs vorgegebene, biodiversitätsfördernde Kriterien erfüllen (LwG, Art. 73; Bundesverfassung Art. 104 Abs. 1 Bst. b, Landwirtschaftsartikel). Sie bilden einen Teil der Direktzahlungen, die in der Direktzahlungsverordnung festgelegt werden (DZV, SR 910.13). Für solche Biodiversitätsförderflächen (BFF) sind drei Klassen von Beiträgen vorgesehen: Erstens, wenn eine Fläche nach bestimmten Kriterien bewirtschaftet wird, gehört sie zu den BFF der Qualitätsstufe 1 (kurz: BFF Q1). Qualitätsstufe 1 ist jedoch nicht für alle BFF-Typen definiert (Tab. 6). So gibt es z. B. für artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet keine Qualitätsstufe 1. Zweitens, wenn auf einer BFF zusätzlich Indikator-Pflanzenarten und/oder Kleinstrukturen vorhanden sind, zählt sie zu den BFF der Qualitätsstufe 2 (kurz: BFF Q2). Qualitätsstufe 2 ist jedoch nicht für alle BFF-Typen definiert, z. B. gibt es für BFF-Typen in der Kategorie «Äcker» keine Qualitätsstufe 2. Drittens, wenn eine BFF Teil eines vom Kanton genehmigten, regionalen Vernetzungsprojekts ist, wird dafür einen Vernetzungsbeitrag ausgerichtet.

4.1 Zusätzliche Stichprobe in Biodiversitätsförderflächen

ALL-EMA beprobte im ersten Erhebungszyklus zusätzlich zu den allgemeinen Probeflächen auf dem 50-Meter-Raster (nicht angemeldete Flächen und BFF, die zufällig Teil des 50-Meter-Rasters von ALL-EMA waren, rote Punkte und Sternchen in Abb. 19) die BFF separat (violette Sternchen). Dafür wurden seltenere BFF-Typen, z. B. Hecken und Brachen, mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit ausgewählt, damit zu möglichst vielen BFF-Typen statistisch verwertbare Einzelauswertungen gemacht werden konnten. Pro Quadrat wurden maximal 14 BFF zusätzlich ausgewählt, wobei dann innerhalb der ausgewählten BFF die Probefläche zufällig gelegt wurde. Auf den Probeflächen der zusätzlichen Stichprobe von BFF wurden überall die Lebensraumtypen erhoben, Vegetationsaufnahmen gemacht und invasive Neophyten erfasst.

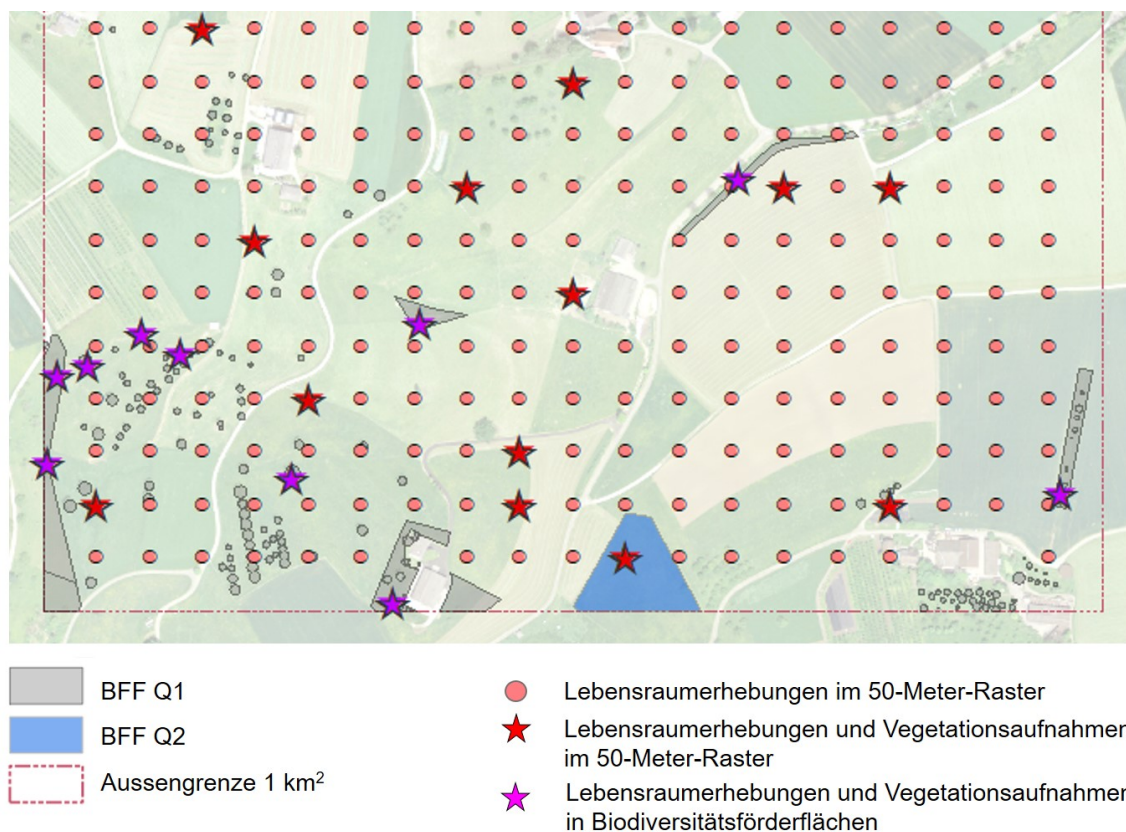


Abbildung 19: Beispiel für die Probeflächen in Biodiversitätsförderflächen (BFF) zusätzlich zu den Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen auf dem 50-Meter-Raster in einem Ausschnitt eines Untersuchungsquadrates.

Die Evaluation der BFF erfolgte generell nach dem folgenden Ansatz:

- Die Gesamtheit aller BFF-Typen wurde zusammen analysiert (nicht aufgeteilt nach Typ), jedoch jeweils unterteilt nach BFF Q1 und BFF Q2. Als Kontrollflächen dienten alle Flächen innerhalb der Agrarlandschaft des gleichen Untersuchungsquadrates, die nicht als BFF angemeldet worden waren.
- Die BFF-Kategorien «Wiesen», «Weiden», «Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet», «Äcker», «Dauerkulturen» und «Gehölze» wurden separat analysiert, jeweils unterteilt nach BFF Q1 und BFF Q2. Als Kontrollflächen pro BFF-Kategorie wurden Probeflächen ausgewählt, die ähnliche Lebensräume aufwiesen wie in der jeweiligen BFF-Kategorie, innerhalb der Agrarlandschaft des gleichen Untersuchungsquadrates lagen und nicht als BFF angemeldet worden waren.

Die für die Evaluation verwendete Kategorisierung der BFF-Typen, die Anzahl Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen, die für die Analyse zur Verfügung standen, sowie die Bewirtschaftungskriterien und Bedingungen für BFF Q2 werden in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Kategorisierung der für Qualitätsbeiträge berechtigten BFF-Typen, Anzahl verfügbarer Lebensraumerhebungen und Vegetationsaufnahmen, sowie Bewirtschaftungskriterien und Bedingungen für BFF Q2. BFF-Typen, die aus einem anrechenbaren Baum auf einer BFF bestehen, wurden doppelt gezählt: Einmal als BFF des flächigen BFF-Typs und einmal als BFF des Gehölz-BFF-Typs.

BFF-Kategorie	BFF-Typ	Anzahl Lebensraum- erhebungen		Anzahl Vegetations- aufnahmen	
		BFF Q1	BFF Q2	BFF Q1	BFF Q2
Wiesen	Extensiv genutzte Wiesen	978	854 ^a	307	203 ^a
Wiesen	Wenig intensiv genutzte Wiesen	369	221 ^a	90	47 ^a
Wiesen	Streueflächen	80	187 ^a	30	37 ^a
Wiesen	Uferwiesen entlang von Fließgewässern (ohne Weiden)	0	-	0	-
Weiden	Extensiv genutzte Weiden	507	445 ^b	152	101 ^b
Weiden	Waldweiden	38	94 ^b	13	20 ^b
Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet	Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömme- rungsgebiet	-	3705 ^a	-	394 ^a
Äcker	Buntbrachen	58	-	20	-
Äcker	Rotationsbrachen	0	-	0	-
Äcker	Säume auf Ackerflächen	8	-	5	-
Äcker	Ackerschonstreifen	0	-	0	-
Äcker	Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge	0	-	0	-
Dauerkulturen	Hochstamm-Feldobstbäume (ohne Nussbäume)	184	130 ^c	125	89 ^c

Dauerkulturen	Nussbäume	20	3 ^c	19	3 ^c
Dauerkulturen	Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt	3	25 ^b	0	5 ^b
Gehölze	Hecken, Feld- und Ufergehölze	87	59 ^d	63	24 ^d
Gehölze	Standortgerechte Einzelbäume und Alleen	65	0	57	0

^a Auf Flächen der Qualitätsstufe 2 kommen zusätzlich zu den Q1-Kriterien regelmässig Indikatorpflanzen vor, und der Einsatz von Mähaufläutern ist verboten.

^b Auf Flächen der Qualitätsstufe 2 kommen zusätzlich zu den Q1-Kriterien Indikatorpflanzen auf mind. 20 % der Fläche sowie biodiversitätsfördernde Strukturen regelmässig vor.

^c Auf Flächen der Qualitätsstufe 2 kommen zusätzlich zu den Q1-Kriterien regelmässig biodiversitätsfördernde Strukturen vor, die Bäume weisen zusätzliche Attribute auf, und auf der Zurechnungsfläche kommen Indikatorpflanzen regelmässig vor.

^d Auf Flächen der Qualitätsstufe 2 weisen die Sträucher spezielle Attribute auf, und die Flächen weisen einen Krautsaum auf, welcher einer definierten Nutzung unterliegt.

- Dieser Typ wird nicht zur Anmeldung angeboten.

4.2 Übersicht über die Indikatoren für die Evaluation der Biodiversitätsförderflächen

Zur Evaluation der BFF wurden diejenigen Indikatoren der Haupt- und Zusatzindikatoren ausgewählt, bei welchen systematische Daten in BFF vorhanden sind und welche pro Probefläche (bzw. für eine kleine Anzahl Probeflächen) berechnet werden konnten (Tab. 7), d. h. Indikatoren, die auf der Pflanzenarten- und Lebensraumvielfalt basieren. Frühere Arbeiten von Zingg et al. (2018, 2019) bezogen auch Tagfalter und Brutvögel ein, beschränkten sich jedoch aufgrund der Datengrundlage auf Vergleiche gesamter Landschaften und auf das Schweizer Mittelland. Weil sich der Datensatz für die Evaluation der BFF strukturell vom Hauptdatensatz (basierend auf dem 50-Meter-Raster) unterscheidet, mussten die ausgewählten ALL-EMA-Haupt- und -Zusatzindikatoren teilweise unterschiedlich berechnet werden. Sie analysieren thematisch jedoch das Gleiche (siehe Tab. 7 für Details zur Berechnung). Zusätzlich wurde ein neuer Indikator berechnet, nämlich die «Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen». Dieser Indikator soll zeigen, welchen Beitrag die BFF zur Gesamtvelfalt der Lebensraumtypen in der Agrarlandschaft leisten.

Zusätzlich zu den hier präsentierten Indikatoren verweisen wir auf den Bericht zur Evaluation der Biodiversitätsbeiträge, in dem die Wirkung dieser Beiträge auf die Zielerreichung der Agrarpolitik umfassend dargestellt wurde (Fontana et al., 2019).

Tabelle 7: Übersicht über das Set aus mehreren, einander ergänzenden Hauptindikatoren und Zusatzindikatoren, die für die Evaluation der BFF genutzt wurden. Zusätzlich wurde ein Indikator berechnet, der die sogenannten UZL-Arten berücksichtigt. Er zeigte ein analoges Muster zu allen Arten und ist im Anhang in Tabelle A2 zu finden.

Indikator	Mass	Untersuchungsgegenstand	Kapitel
Hauptindikatoren			
Mittlere Lebensraumvielfalt	Mittlere Anzahl Lebensraumtypen pro 2 ha (8 Probeflächen) pro Untersuchungsquadrat mit Kontrollflächen, BFF Q1 und BFF Q2		4.3.1
Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen	Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen pro 2 ha (8 Probeflächen) pro Untersuchungsquadrat mit Kontrollflächen, BFF Q1 und BFF Q2		4.3.1
Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt	Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten pro Untersuchungsquadrat		4.3.2
Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)	Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		4.3.3
	Mittlere Anzahl UZL-Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		Anhang Tabelle A2
Zusatzindikatoren			
Probeflächen mit invasiven Neophyten	Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten pro Untersuchungsquadrat		4.4.1
Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)	Mittlere Anzahl bedrohter Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		4.4.2
Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten	Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		4.4.3

4.3 Hauptindikatoren

Über alle BFF-Typen hinweg wurde in den BFF allgemein eine höhere Arten- und Lebensraumvielfalt gefunden als in den Kontrollflächen. Dies entspricht den Erwartungen und der Absicht der Biodiversitätsbeiträge. Zudem zeigten BFF Q2 mehrheitlich eine höhere Arten- und Lebensraumvielfalt als BFF Q1. Generell nahmen die Unterschiede zwischen Kontrollflächen, BFF Q1 und BFF Q2 mit zunehmender Höhenzone ab. Einzelne Indikatoren wichen jedoch in einem Teil der Zonen vom allgemeinen Muster ab. Im Folgenden werden die Resultate der einzelnen Haupt- und Zusatzindikatoren im Detail präsentiert.

4.3.1 Mittlere Lebensraumvielfalt und mittlere Anzahl einzigartiger Lebensräume

Es wird erwartet, dass die extensive Bewirtschaftung der BFF das Vorkommen von anspruchsvollen und standorttypischen Pflanzenarten fördert. Dies sollte die Vielfalt der Lebensräume auf den BFF erhöhen und damit auch die Vielfalt der Tagfalter und Brutvögel, die diese Lebensräume nutzen. Gleichzeitig ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund der limitierten Anzahl von BFF-Typen und ihren genauen Bewirtschaftungsregeln die Anzahl verschiedener Lebensraumtypen in BFF limitiert ist. Auch wenn zum Beispiel die Bewirtschaftungsintensität in unteren Zonen generell hoch ist, so gibt es in den konventionell bewirtschafteten Kontrollflächen deutlich mehr verschiedene Bewirtschaftungstypen und somit wohl auch Lebensraumtypen, als unterschiedliche Bewirtschaftungsvorschriften bei den BFF-Typen. Dies könnte dazu führen, dass die Lebensraumvielfalt auf BFF kleiner ist als auf Kontrollflächen.

Ergänzend zum Indikator «Mittlere Lebensraumvielfalt» wurde deshalb die «Mittlere Anzahl einzigartige Lebensräume» berechnet und analysiert. Dieser Indikator weist darauf hin, ob die BFF einen einzigartigen Beitrag zur gesamten Lebensraumvielfalt in der Agrarlandschaft leisten und wie gross dieser ist.

Für beide Indikatoren wurden die Werte pro Untersuchungsquadrat für eine Stichprobe von je 8 zufällig gezogenen Probeflächen in BFF Q1 und BFF Q2 sowie Probeflächen ausserhalb BFF berechnet. Dafür konnten 79 der 170 Untersuchungsquadrate einbezogen werden, in denen sowohl genügend BFF Q1, BFF Q2 als auch Probeflächen ausserhalb BFF vorkamen.

Während in der unteren und oberen Bergzone und im Sömmerungsgebiet die mittlere Lebensraumvielfalt in den BFF höher war als in den Kontrollflächen, war in der Tal- und in der Hügelizeone die mittlere Lebensraumvielfalt in BFF, und insbesondere in BFF Q2, gleich oder gar tiefer als in den Kontrollflächen (Abb. 20, links). Dieses Muster wiederholte sich für die mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen: In der Tal- und in der Hügelizeone fanden sich in den BFF die tiefste Zahl einzigartiger Lebensraumtypen (Abb. 20, rechts). In den höheren Zonen war dieser Wert immer für BFF, insbesondere BFF Q2, am höchsten.

Erklärungsansätze zu diesen Resultaten lassen sich in den Bewirtschaftungsmöglichkeiten der Landschaft finden. Während in der Tal- und in der Hügelizeone sehr verschiedene Bewirtschaftungstypen möglich sind (Fruchtfolgeflächen, Obstanlagen, Wiesen, Weiden und Streuobstwiesen), dominieren in den oberen Zonen Wiesen und Weiden. Diese Vielfalt der Bewirtschaftungstypen spiegelte sich in der Lebensraumvielfalt der Kontrollflächen. Die Liste der möglichen BFF-Typen mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsvorschriften ist dagegen über alle Zonen hinweg relativ beschränkt. Durch vorgeschriebene Bewirtschaftungsmassnahmen (z. B. Schnittzeitpunkt) und standardisierte BFF-Saatmischungen ist das Potenzial, dass sich eine hohe Lebensraumvielfalt innerhalb der BFF in den unteren Zonen etabliert, begrenzt. Ein zusätzlicher Einblick gibt eine Studie von Riedel et al. (2019), die mit einem Teildatensatz von ALL-EMA untersuchte, inwiefern sich die Lebensraumtypen von zwei BFF-Typen, den «extensiv genutzten Wiesen» und «wenig intensiv genutzten Wiesen», unterscheiden. Dabei zeigte sich, dass die beiden BFF-Typen trotz leicht unterschiedlicher Bewirtschaftungsvorschriften nur marginale Unterschiede in Bezug auf ihre Lebensraumtypen aufwiesen, wahrscheinlich, weil die Bewirtschaftungsvorschriften nicht an den Standort angepasst sind.

Trotz der geringeren mittleren Lebensraumvielfalt in BFF der unteren Zonen, waren in ihnen einzigartige Lebensräume vorzufinden, die ohne BFF gefehlt hätten. In den höheren Zonen waren auch diese einzigartigen Lebensräume vergleichsweise häufiger. Zu einer höheren Lebensraumvielfalt innerhalb der BFF und noch mehr einzigartiger Lebensräume beitragen würden zusätzliche BFF-Typen und an den Standort angepasste Bewirtschaftungsregeln.

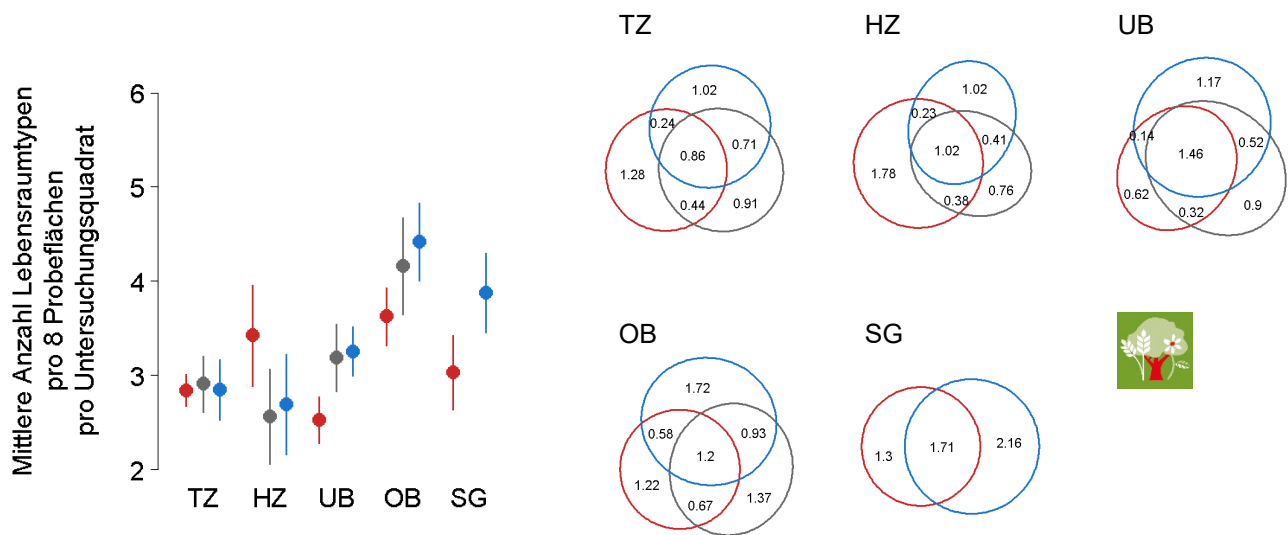


Abbildung 20: Indikator «Mittlere Lebensraumvielfalt» (mittlere Anzahl Lebensraumtypen pro 2 ha, d. h. in 8 Probeflächen, Durchschnitt $\pm$ Standardfehler; links) und Indikator «Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen» (mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen pro 2 ha, d. h. in 8 Probeflächen; rechts) in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat. Die Grösse der Ellipsen (rechts) ist proportional zur Zahl der Lebensraumtypen in der jeweiligen Zone. Die Zahlwerte geben an, wie viele Lebensraumtypen ausschliesslich in BFF Q1, BFF Q2 oder in Kontrollflächen bzw. sowohl in BFF Q1, BFF Q2 als auch in Kontrollflächen gefunden wurden (Mittelwert pro Quadrat in 8 Probeflächen bei 100 Ziehungen). TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

4.3.2 Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt

Der Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt» ist ein Mass, das die Ausprägung der Artengemeinschaft eines Lebensraums beurteilt, unabhängig davon, ob der Lebensraum natürlicherweise artenreich oder artenarm ist (Kapitel 3.2.3). Über alle Zonen hinweg wiesen die BFF Q2 die höchste mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt auf, gefolgt von den BFF Q1 und den Kontrollflächen (Abb. 21). Vor allem in den allgemein biodiversitätsärmeren, unteren Zonen war dieser Unterschied stark ausgeprägt. Aber auch in der oberen Bergzone, wo die mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt bereits in den Kontrollflächen relativ hoch war, lag sie innerhalb der BFF noch einmal deutlich höher. Im Sömmerungsgebiet nahm der Unterschied hingegen ab. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Bewirtschaftungsmethoden in dieser Zone innerhalb und ausserhalb der BFF recht ähnlich sind. Die Resultate dieses Indikators lassen den Schluss zu, dass BFF als Instrument einen positiven Effekt auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft der Schweiz haben. Die Agrarlandschaft der Schweiz scheint nicht so stark degradiert zu sein, dass biodiversitätsfördernde Massnahmen wirkungslos wären. Wahrscheinlich können BFF einerseits von Arten besiedelt werden, die ausserhalb der BFF unter starkem Druck stehen und am Verschwinden sind, wenn ihre natürliche Ausbreitungsdistanz ausreicht. Andererseits fördern gezielte Einsaaten in BFF deren pflanzliche Artenvielfalt.

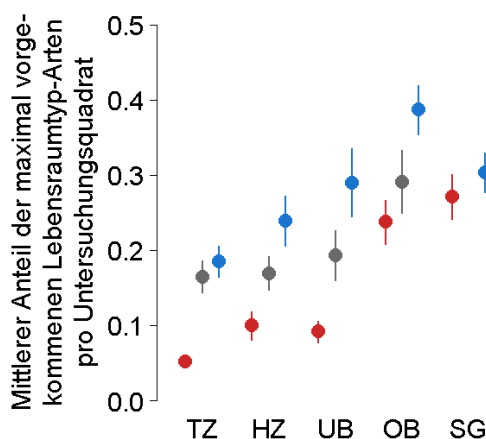


Abbildung 21: Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt»: Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

Die Auswertung des Indikators nach BFF-Kategorien zeigt, mit Ausnahme der Dauerkulturen in der Hügellzone und den unteren Bergzonen, eine Tendenz zum gleichen Muster wie über alle Kategorien hinweg (Abb. 22). Dies deutet darauf hin, dass die extensivere Bewirtschaftung der BFF dazu führt, dass die vorhandenen Lebensraumtypen eine artenreichere und charakteristischere Ausprägung erreichen konnten. Die Q2-Kriterien für BFF-Typen aus der Kategorie Dauerkulturen sollen in erster Linie wildlebende Tierarten fördern. Da diese in ALL-EMA nicht erhoben werden, beziehen sich die tiefen Werte für BFF Q2 für die mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt der Dauerkulturen ja nur auf die pflanzliche Ausprägung der Lebensraumtypen. Eine positive Wirkung auf die Fauna wäre trotzdem denkbar.

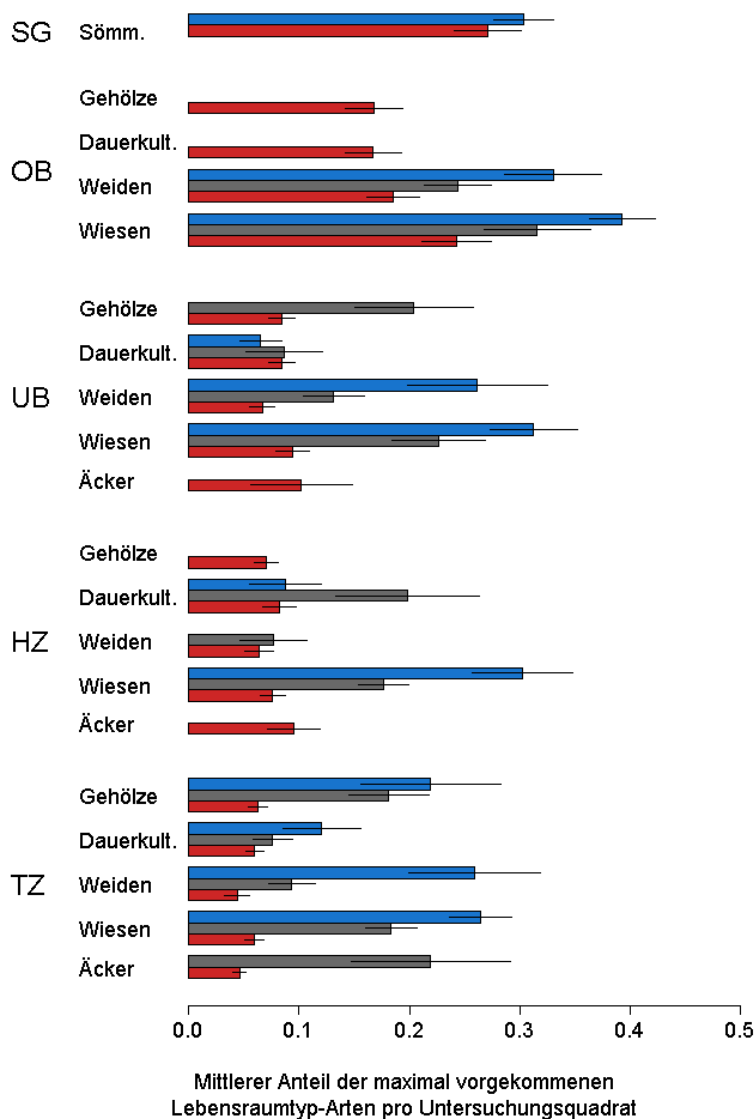


Abbildung 22: Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt»: Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen, und Gehölze) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügellzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) und in Äckern keine BFF Q2 (blau) angemeldet werden.

4.3.3 Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)

Die mittlere Anzahl gefundener Pflanzenarten in einer Vegetationsaufnahme (Kreisfläche, 10 m²) zeigt die kleinräumige Vielfalt an Pflanzenarten. Grob ähnelten die Resultate der mittleren Artenvielfalt jenen der mittleren lebensraumtypischen Artenvielfalt (siehe Kapitel 3.2.3): Die BFF wiesen eine höhere mittlere Artenvielfalt auf als die Kontrollflächen, kombiniert mit einer generellen Zunahme von der Talzone zu den höher gelegenen Zonen (Abb. 23). Im Detail zeigten sich jedoch Unterschiede. Zum Beispiel war die Differenz der Werte zwischen den Kontrollflächen und den BFF Q1 sowie BFF Q2 in den unteren zwei Zonen höher als in der oberen Bergzone, wo sich nur die BFF Q2 deutlich von den Kontrollflächen abhoben. Die grossen Unterschiede zwischen Kontrollflächen und BFF in der Tal- und Hügellzone führen wir u. a. darauf zurück, dass der Kontrast in der Bewirtschaftungsintensität zwischen BFF und

Kontrollflächen in den tieferen Zonen grösser ist als im Berggebiet, wo aufgrund der natürlichen Gegebenheiten die Bewirtschaftung weniger stark intensiviert werden kann. Zudem waren in den unteren zwei Zonen innerhalb der BFF viel häufiger artenreichere Lebensräume (z. B. Brachen, Säume, Wiesen und Weiden) vertreten als in den Kontrollflächen (z. B. Fruchtfolgeflächen).

Dass sich in den beiden unteren Zonen die mittlere Artenvielfalt der BFF Q2 nicht erheblich von jener der BFF Q1 unterschied, könnte Fragen aufwerfen hinsichtlich der höheren finanziellen Entschädigung für die BFF Q2. Die reine Artenzahl, wie hier dargestellt, kann jedoch nicht dazu verwendet werden, eine abschliessende Beurteilung solcher Fragen zu erstellen. Zwei Flächen mit gleich vielen Arten erreichten für diesen Indikator denselben Wert. Welche Arten dort jedoch vorkamen, wurde nicht berücksichtigt; Information dazu findet sich dafür im vorhergehenden Indikator (Kapitel 4.3.2). Auch haben frühere Studien gezeigt, dass in den tieferen Zonen sowohl in BFF Q1 und insbesondere in BFF Q2 Arten vorkommen, die in der restlichen Agrarlandschaft kaum mehr einen Lebensraum finden (Knop et al., 2006). Daher können BFF Q2 trotz einer ähnlicher Anzahl Arten wie in BFF Q1 viel zur Artenvielfalt in der Landschaft beitragen. In den höheren, allgemein graslanddominierten Zonen, schien die extensivere Bewirtschaftung der BFF einen geringeren Einfluss auf die mittlere Artenvielfalt zu haben, wichtiger scheinen die spezifischen Massnahmen, um die Qualitätsanforderungen der BFF Q2 zu erhalten. Damit leisten in den höheren Zonen die BFF vermutlich einen wesentlichen Beitrag dazu, die bestehende Artenvielfalt zu erhalten, indem die Beiträge die weitere Bewirtschaftung von artenreichen, oft marginalen Flächen ermöglichen (siehe auch Kampmann et al., 2012; Enri et al., 2020).

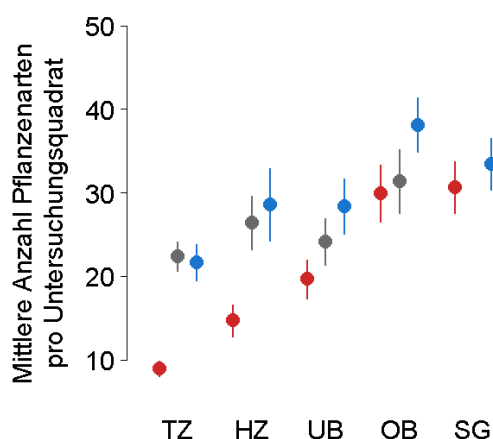


Abbildung 23: Indikator «Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)»: Mittlere Anzahl Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

Für die Auswertung unterteilt nach BFF-Kategorien waren dieselben Tendenzen sichtbar (Abb. 24). Einzelne Gruppen konnten nicht ausgewertet werden (z. B. Äcker oder BFF Q2 für Gehölze), weil solche BFF-Typen stark untervertreten waren. Obwohl das Probedesign von ALL-EMA so ausgerichtet ist, dass seltenere BFF-Typen überproportional beprobt werden, reichten die wenigen vorhandenen Flächen dieser Kategorien nicht aus, um allgemeine Aussagen machen zu können. Diese begrenzte Datengrundlage muss bei der Beurteilung der teilweise geringen Unterschiede zwischen Kontrollflächen, BFF Q1 und BFF Q2 berücksichtigt werden. Der Indikator muss gemeinsam mit der mittleren lebensraumtypischen Artenvielfalt (Abb. 23) und der mittleren Anzahl UZL-Pflanzenarten (Anhang, Tab. A2) interpretiert werden.

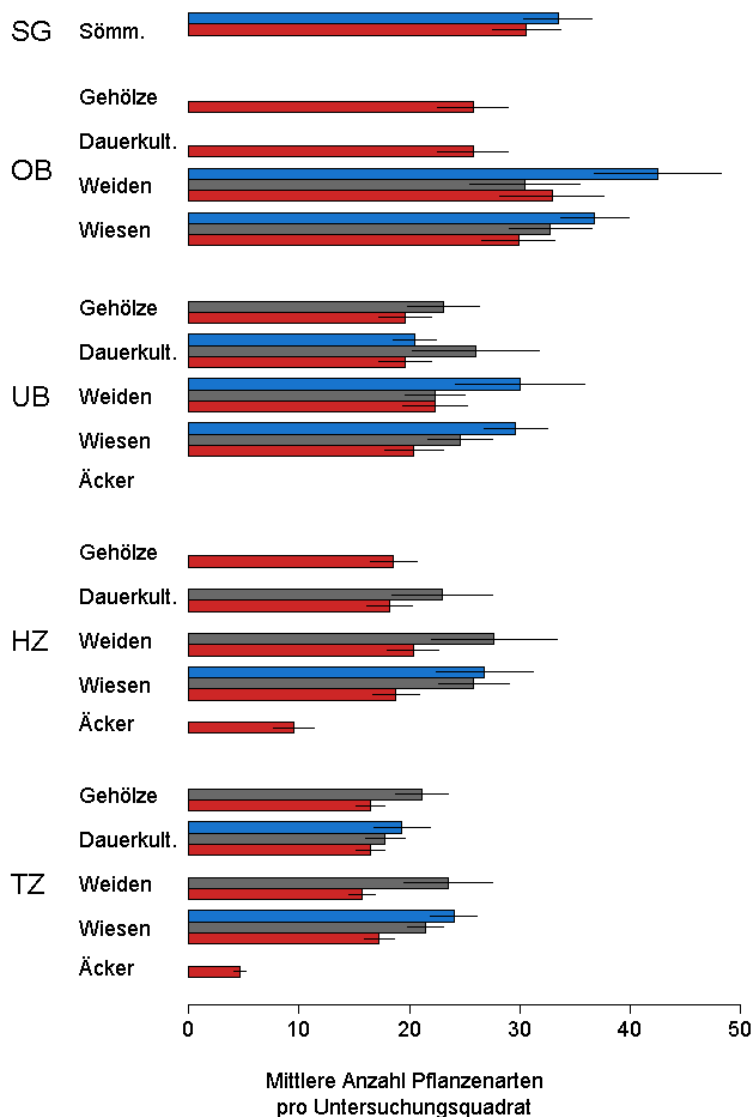


Abbildung 24: Indikator «Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)»: Mittlere Anzahl Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen, und Gehölze) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet, für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) und in Äckern keine BFF Q2 (blau) angemeldet werden.

4.4 Zusatzindikatoren

4.4.1 Probeflächen mit invasiven Neophyten

Weil invasive Neophyten die Biodiversität bedrohen, sollen Massnahmen zur Förderung der Biodiversität auf keinen Fall die Verbreitung und Ausdehnung invasiver Neophyten erleichtern. Die Untersuchung, ob und in welchem Ausmass Neophyten in BFF auftreten, ist deshalb relevant. In den unteren Zonen trat eine leichte Tendenz (statistisch nicht signifikant) auf, dass Neophyten in BFF häufiger vorkamen als in Kontrollflächen (Abb. 25). Gründe dafür könnten sein, dass viele Neophyten Ruderalpflanzen sind und deshalb extensive Flächen ideale Habitate darstellen, und dass Neophyten durch die wenigen und späten Schnitttermine begünstigt werden. Die Auswertung nach BFF-Kategorien zeigt, dass insbesondere BFF der Kategorien Weiden und Äcker einen tendenziell grösseren Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten aufwiesen (Abb. 26), was diese Interpretation stützt. Im Vergleich dazu wird in vielen Kontrollflächen, z. B. auf Ackerflächen, standardmässig eine Unkrautbekämpfung durchgeführt, wodurch neben der Ackerbegleitflora auch die Neophyten unterdrückt werden.

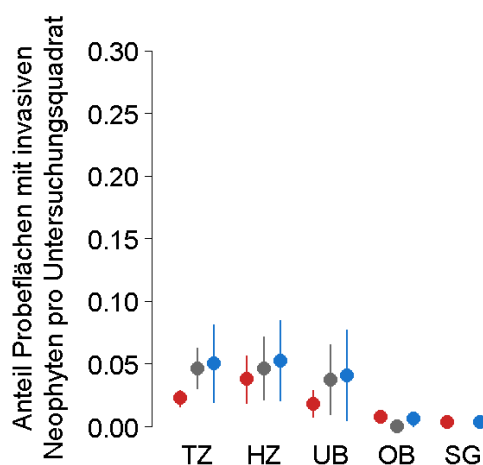


Abbildung 25: Indikator «Probeflächen mit invasiven Neophyten»: Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

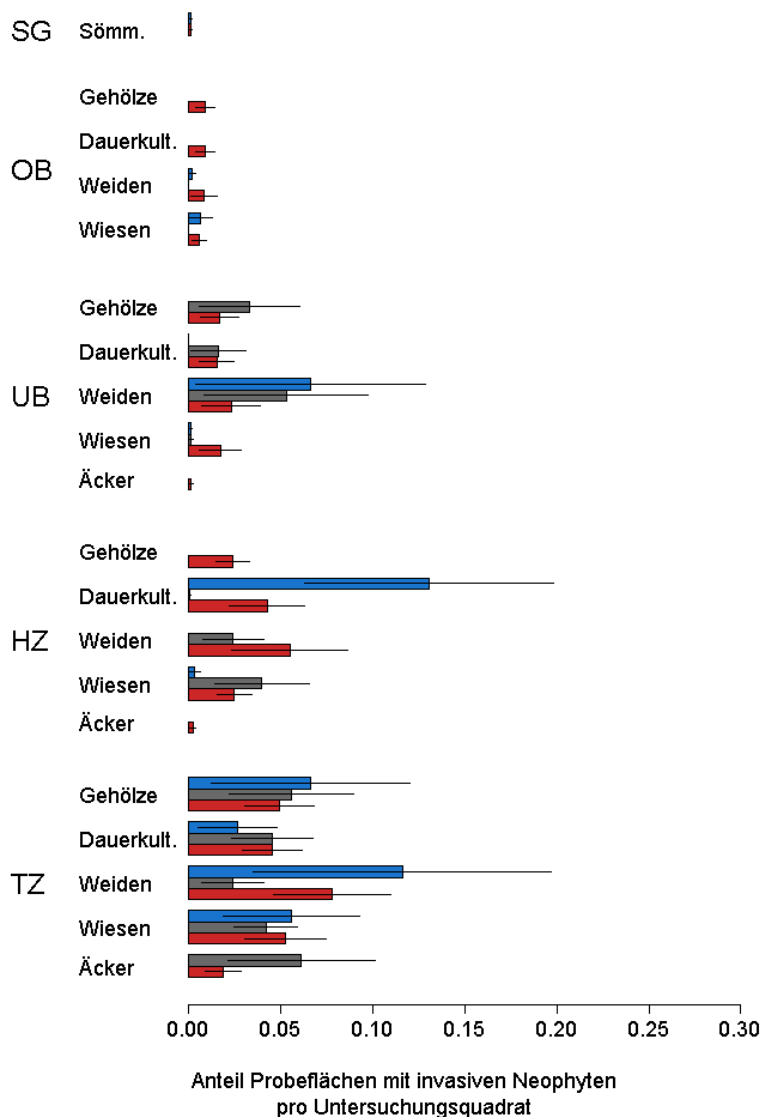


Abbildung 26: Indikator «Probestellen mit invasiven Neophyten»: Anteil Probestellen mit invasiven Neophyten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen, und Gehölze) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Ein Anteil von 0.05 entspricht 5 %. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet, für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügellzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) und in Äckern keine BFF Q2 (blau) angemeldet werden.

4.4.2 Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)

Viele bedrohte Pflanzenarten sind aus der Agrarlandschaft verschwunden. So fand sich in den Pflanzenlisten aus den Vegetationsaufnahmen der ALL-EMA-Datenerhebung nur ein kleiner Bruchteil an bedrohten Pflanzenarten. Daraus liess sich kein klares Muster ableiten, welchen Beitrag zum Erhalt bedrohter Arten die BFF leisteten (Abb. 27 und 28). Fünf Pflanzenarten waren stark gefährdet. Davon kamen drei nur in BFF vor. Dass in den BFF Q2 der Tal- und der Hügellzone weniger bedrohte Arten gefunden wurden als in den jeweiligen BFF Q1, kann nicht als allgemeingültig beurteilt werden. Die Datengrundlage ist zu gering, um einen signifikanten Unterschied darzustellen.

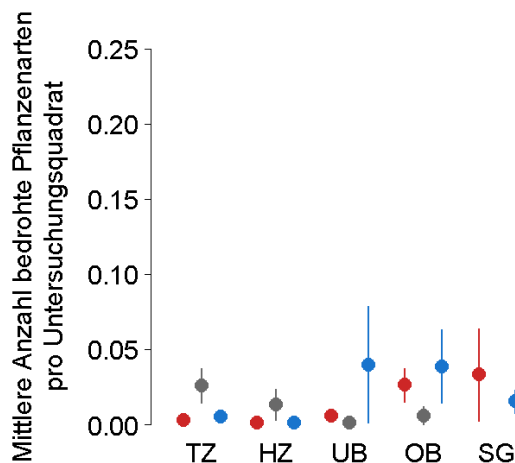


Abbildung 27: Indikator «Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)»: Mittlere Anzahl bedrohte Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

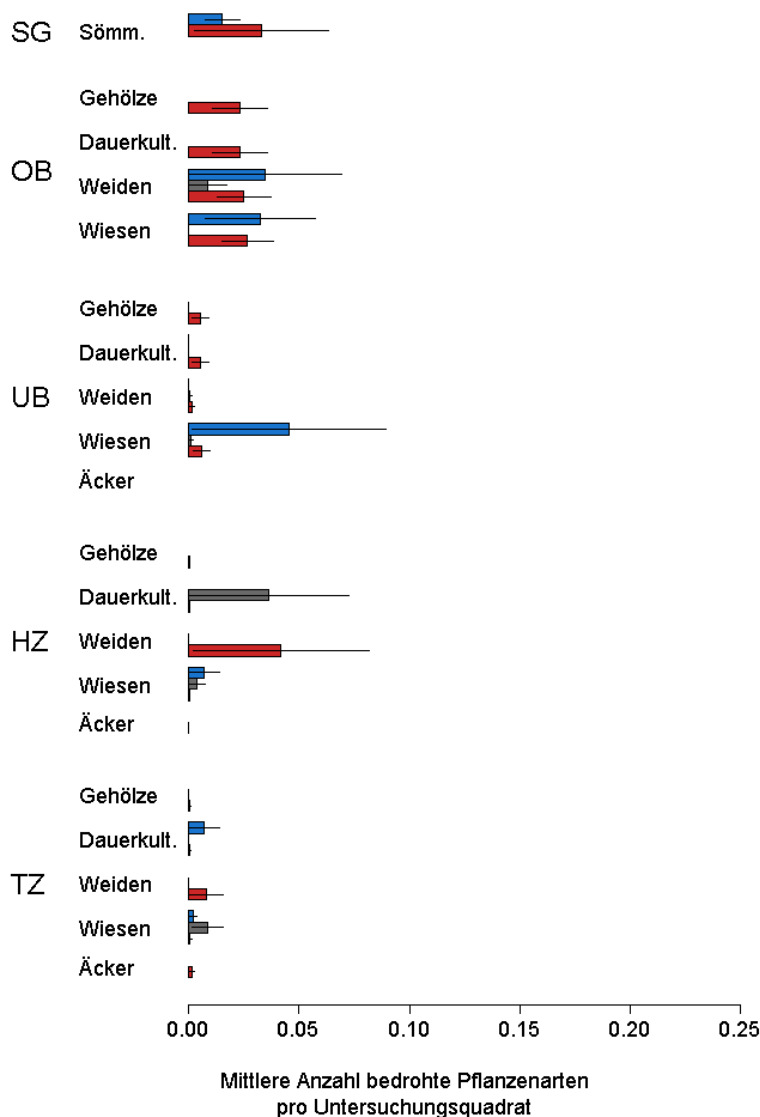


Abbildung 28: Indikator «Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)»: Mittlere Anzahl bedrohte Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen, und Gehölze) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet, für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) und in Äckern keine BFF Q2 (blau) angemeldet werden.

4.4.3 Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten

Der mittlere Nährstoffzeigerwert der Pflanzenarten (1 = starker Magerkeitszeiger, 2 = Magerkeitszeiger, 3 = mittlerer Nährstoffzeiger, 4 = Nährstoffzeiger, 5 = Überdüngungszeiger) zeigte in der intensiv genutzten Talzone im Vergleich zwischen Kontrollflächen und BFF Q1 sowie BFF Q2 geringe Unterschiede (Abb. 29). In den unteren und oberen Bergzonen waren die Nährstoffzeigerwerte in den extensiver genutzten Q1- und Q2-Flächen nicht signifikant, aber tendenziell tiefer als in den Kontrollflächen. Im Sömmerungsgebiet waren die Nährstoffzeigerwerte allgemein am niedrigsten (Abb. 30).

Die Unterschiede waren zwar alle nicht signifikant, Landolt (1977) vermerkte jedoch: Ein Unterschied von 0.1 ist im Feld als sichtbare Veränderung erkennbar, ein Unterschied von 0.2 kann ausreichen für einen Wechsel des Vegetationstyps.

Von Natur aus beträgt der atmosphärische Eintrag von biologisch aktivem Stickstoff in der Schweiz 1–2 kg pro Hektare und Jahr (Rihm und Achermann, 2016). Inzwischen gelangen jedoch allein durch atmosphärische Einträge jedes Jahr im Durchschnitt 19 kg Stickstoff pro Hektare aus der Luft in den Boden. In den tiefen Zonen bis in die untere Bergzone können die Einträge 40 kg pro Hektare und Jahr betragen; die entsprechenden Regionen zeichnen sich durch hohe Ammoniakemissionen aufgrund der hohen Viehdichte aus (Meteotest, 2019; SBV, 2020). Rund zwei Drittel des über die Luft eingetragenen Stickstoffs haben ihren Ursprung in der Landwirtschaft (Ammoniak), etwa ein Drittel stammt aus Verbrennungsprozessen (Stickoxide; Bundesrat, 2018). Während sich die Schweiz hinsichtlich ihrer gesamten Stickstoffbilanz im Mittelfeld bewegt (OECD, 2019), gehört sie zu den OECD-Ländern mit dem höchsten Nährstoffinput pro Hektare (OECD, 2016). Dadurch findet auch auf Flächen, die nicht oder kaum direkt gedüngt werden, wie den BFF, ein Stickstoffeintrag über die Atmosphäre statt, was die Vegetation (und dadurch den mittleren Nährstoffzeigerwert) und folglich wohl auch die Fauna der betroffenen Standorte massgeblich beeinflusst. Zusätzlich sind hohe Nährstoffzeigerwerte auf Flächen, die früher intensiv gedüngt und nun als BFF angemeldet wurden, nicht erstaunlich. Eine Ausmagerung des Bodens kann je nach Standort viele Jahre in Anspruch nehmen.

In den hohen Zonen sind die atmosphärischen Stickstoffeinträge zwar tiefer, doch auch in den Talböden des Alpenraums werden die *critical loads* überschritten, so dass eine negative Beeinflussung der naturnahen Ökosysteme stattfindet (Meteotest, 2019; Roth et al., 2019). Dennoch weisen die im Sömmerungsgebiet tiefen Nährstoffzeigerwerte in BFF und in Kontrollflächen darauf hin, dass die vorherrschenden Standortbedingungen (z. B. die Gründigkeit des Bodens, die Steilheit des Geländes und die kurzen Vegetationsperioden) die Bewirtschaftung auch auf Kontrollflächen stark einschränken.

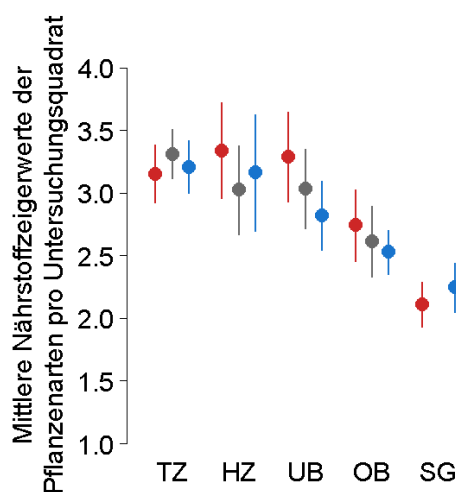


Abbildung 29: Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten»: Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügellzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) angemeldet werden.

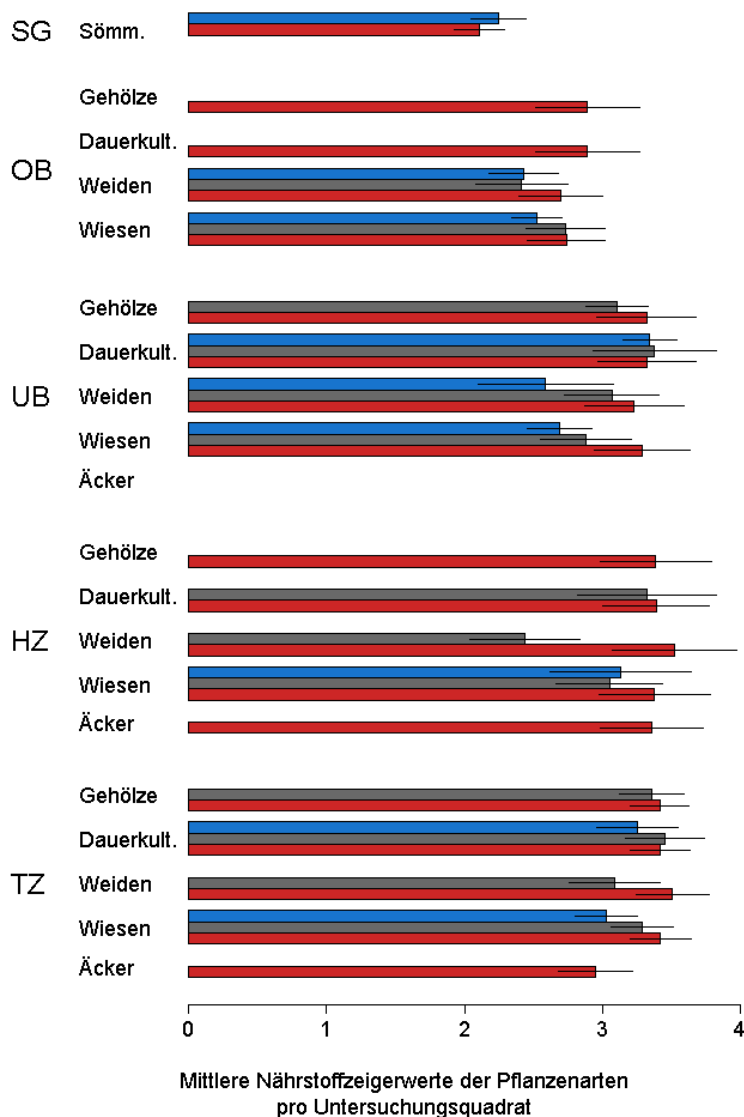


Abbildung 30: Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten»: Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen, und Gehölze) in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. Im Sömmerungsgebiet können keine BFF Q1 (grau) und in Äckern keine BFF Q2 (blau) angemeldet werden.

5 Anteil der Fläche mit UZL-Lebensräumen als neues Mass zur Beurteilung der Umweltziele Landwirtschaft

In den «Umweltzielen Landwirtschaft» (BAFU und BLW, 2008) wird vorgegeben, dass die Vielfalt der Arten und Lebensräume in der Agrarlandschaft erhalten werden oder zunehmen muss. Um die Zielerreichung mess- und überprüfbar zu machen, wurden in der Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft (Walter et al., 2013) für die einzelnen landwirtschaftlichen Zonen und UZL-Regionen der Schweiz Flächenanteile mit UZL-Qualität geschätzt, die es zu erreichen gilt, damit die Bestände der UZL-Arten erhalten werden oder zunehmen. Da damals eine einheitliche Datengrundlage fehlte, wurde der bereits vorhandene Anteil an Lebensräumen mit UZL-Qualität anhand verschiedener konzeptioneller Kriterien⁵, Datenquellen und Annäherungen geschätzt. ALL-EMA bietet erstmals eine schweizweit einheitliche Datenerhebung, die eine systematische Berechnung des Anteils der UZL-Lebensräume⁶ in der Agrarlandschaft ermöglicht. Es stellt sich jedoch die Frage, wie der Übergang von den ursprünglichen Datengrundlagen zur aktuellen und zukünftigen Datenbasis von ALL-EMA stattfinden soll.

Da das Vorkommen der UZL-Lebensräume die Bestände der UZL-Arten sichern und fördern soll, und damit die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft ganz allgemein, gehen wir davon aus, dass ein hoher Anteil an UZL-Lebensräumen die Erreichung des ersten Teilziels der UZL, dass Arten und Lebensräume in der Agrarlandschaft erhalten und gefördert werden müssen, begünstigt. Es gilt dabei jedoch zu beachten, dass ein einzelner Indikator niemals als umfassendes Mass für die Biodiversität herangezogen werden kann, und somit der Anteil an UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft nur einer unter vielen Indikatoren sein darf. Der Vorteil des Indikators «Anteils an UZL-Lebensräumen an der Agrarlandschaft» ist jedoch, dass er regelmässig und systematisch über die Zeit berechnet und somit eine Trendentwicklung festgestellt werden kann. Auch kann er auf der Ebene einzelner Untersuchungsquadrate sowie auf regionaler Ebene berechnet werden.

⁵ • Zugehörigkeit zu regionalen und nationalen Inventaren: Dieses Kriterium ist gut geeignet, um auf eine ausgeprägte Artengemeinschaft der Lebensraumtypen hinzuweisen, da die Flächen der Inventare per Definition schützenswerte Lebensräume mit einer hohen Artenvielfalt sind. Inventare machen jedoch nur einen sehr kleinen Flächenanteil der Agrarlandschaft aus.

• Zugehörigkeit zu Pufferzonen: Dieses Kriterium ist wenig geeignet, um die Ausprägung der Artengemeinschaft von Lebensräumen zu beurteilen, da unklar ist, ob wirklich alle Flächen in Pufferzonen eine ausgeprägte Artengemeinschaft aufweisen. Zusätzlich ist keine Karte von Pufferzonen vorhanden, welche für die Berechnungen beigezogen werden könnte – in einer Fallstudie von Erich Szerencsits (Agroscope) wurde abgeschätzt, dass Pufferzonen ebenfalls nur einen sehr kleinen Flächenanteil einnehmen.

• Zugehörigkeit zu ausgewählten BFF-Typen und Qualitätsstufen: Dieses Kriterium ist bedingt geeignet, um die Ausprägung der Artengemeinschaft von Lebensräumen zu beurteilen, da es stark von der jeweiligen Ausgestaltung der Biodiversitätsbeiträge abhängig ist und sich somit die Flächenanteile ändern können, wenn die Kriterien für die Zuteilung von Biodiversitätsbeiträgen angepasst werden.

• Zugehörigkeit zu UZL-Lebensraumtypen: Dieses Kriterium ist relativ gut geeignet, um die Ausprägung der Artengemeinschaft von Lebensräumen zu beurteilen. Die UZL-Lebensraumtypen wurden im Hinblick auf ihre Wichtigkeit für Flora und Fauna ausgewählt und umfassen rund 45 Lebensraumtypen⁶. Die Auswahl erfolgte aufgrund von Expertenbeurteilungen. Je nach Bereich der Vielfalt von Flora und Fauna, der im Fokus steht, repräsentieren die UZL-Lebensraumtypen die Wichtigkeit besser oder weniger ausgeprägt.

• Mindestens 6 UZL-Leitarten oder eine UZL-Zielart pro 28 m²: Dieses Kriterium ist bedingt geeignet, um die Ausprägung der Artengemeinschaft von Lebensräumen zu beurteilen. Konzeptionell problematisch ist, dass die Liste der UZL-Ziel- und Leitarten unspezifisch auf alle Lebensraumtypen angewendet wird. Dies hat zur Folge, dass Arten, die in einer Talfettwiese Leitarten sind, auch positiv bewertet werden, wenn sie in einem Hochmoor vorkommen. In einem Hochmoor hingegen sind solche Arten Zeiger für eine negative Entwicklung der Eutrophierung. Um diese Problematik zu entschärfen, könnte die Zuordnung von UZL-Leit- und Zielarten zu 30 Lebensräumen aus BAFU und BLW (2008) beigezogen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die 30 Lebensräume aus BAFU und BLW (2008) nicht mit den Lebensraumtypen aus Delarze et al. (2008) kompatibel sind. Zudem erfolgte die Zuordnung der Arten nur zu den Lebensräumen, in denen sie am häufigsten vorkommen. Methodisch problematisch ist ausserdem, dass zu den Ziel- und Leitarten nicht nur Pflanzenarten, sondern 15 weitere Organismengruppen, z. B. Säugetiere, Heuschrecken oder Pilze, gehören. Aufgrund sehr unterschiedlicher Möglichkeiten zur Datenerfassung der verschiedenen Organismengruppen sind Auswertungen pro Flächeneinheit über alle UZL-Arten somit nur schwer möglich.

⁶ Drei Lebensraumtypen werden nur dann als UZL-Lebensraumtypen eingestuft, wenn sie artenreich sind. Es handelt sich dabei um Borstgrasrasen (435), Talfettwiesen (451) und Bergfettweiden (454). Gemäss BAFU und BLW (2008) werden zwei Lebensraumtypen innerhalb der Lebensraumgruppe «Feldkulturen» (82X) den UZL-Lebensraumtypen zugeordnet: kalkreicher Getreideacker und kalkarmer, lehmiger Hackfruchtacker. In ALL-EMA wird die Lebensraumgruppe der Feldkulturen jedoch nicht in so detaillierte Lebensraumtypen unterschieden. Lebensräume aus der Gruppe «Feldkulturen» wurden daher als UZL-Lebensraumtyp eingestuft, wenn sie artenreich waren. Das Kriterium «artenreich» wurde hier so definiert, dass im betreffenden Lebensraum mindestens 50 % der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten angetroffen werden müssen (siehe Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt», Kapitel 3.2.3).

5.1 Anteil an UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft

Der Anteil der UZL-Lebensräume war in den unteren Zonen am tiefsten und erreichte in den höheren Zonen einen beachtlichen Wert von bis zu 40 % (Abb. 31). Interessanterweise zeigte die Aufteilung des Anteils der UZL-Lebensräume in die Hauptregionen ein sehr variables Muster: Im Mittelland war der Anteil an UZL-Lebensräumen am tiefsten, während er in den Alpen am höchsten war. Die tiefen Lagen des Wallis hingegen hatten einen deutlich höheren Anteil an UZL-Lebensräumen als die tiefen Lagen der Alpen und des hohen westlichen Juras und einen leicht höheren Anteil als der südliche Alpenrand. Diese Resultate reflektieren die Resultate des durch die Haupt- und Zusatzindikatoren beschriebenen Zustandes der Arten- und Lebensraumvielfalt. Die generell intensivere Bewirtschaftung in unteren Zonen ist vermutlich der Hauptgrund für dieses Resultat und zeigt ein grosses Defizit an UZL-Lebensräumen insbesondere in den unteren Zonen auf.

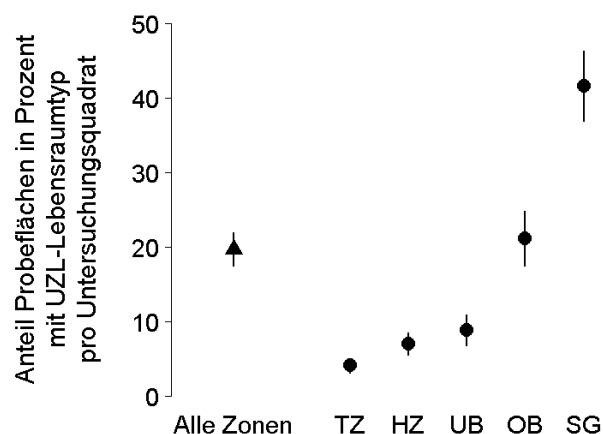
Die Werte der Hochrechnung für den prozentualen Anteil der Fläche mit UZL-Lebensräumen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz (bzw. am Sömmerungsgebiet) basierend auf Daten aus der ALL-EMA Lebensraumerhebung ähneln denjenigen im OPAL-Bericht (Walter et al., 2013). Aufgrund der unterschiedlichen Herleitung und Datengrundlagen können die hochgerechneten ALL-EMA-Werte und die früheren Schätzwerte jedoch nicht direkt miteinander verglichen werden. Auch wurden die im OPAL-Bericht festgelegten Zielwerte anhand der damals verfügbaren verschiedenen Datengrundlagen bestimmt. Wegen der unterschiedlichen Herleitung sind diese nicht für den ALL-EMA-Indikator anwendbar.

Mit ALL-EMA lassen sich jedoch nun längerfristig Trendberechnungen zum Anteil UZL-Lebensräume einerseits und andererseits zur Arten- und Lebensraumvielfalt erstellen. Der Vergleich dieser Entwicklungen wird zeigen, ob der dramatische Verlust der Arten- und Lebensraumvielfalt dank der Zunahme des Anteils der UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft gestoppt werden kann und die Bestände der UZL-Arten wieder zunehmen. Für die Definierung von neuen Zielwerten wäre eine vertiefte Diskussion darüber vonnöten, mit welcher räumlichen Strategie die Bestände der UZL-Arten am effizientesten erhalten und gefördert werden können, und ob die nun vorhandenen Daten eine aussagekräftige Berechnung dafür erlauben.

Anteil Probeflächen mit UZL-Lebensraumtyp in den landwirtschaftlichen Zonen



Talzone, TZ	4.1 %
Hügelzone, HZ	7.0 %
Untere Bergzonen I und II (UB)	8.8 %
Obere Bergzonen III und IV (OB)	21.1 %
Sömmerungsgebiet, SG	41.6 %



Anteil Probeflächen mit UZL-Lebensraumtyp in den Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft



Mittelland, tiefe Lagen des Juras, Talböden des nördlichen Alpenrands (mi)	5.6 %
Alpen (al)	42.0 %
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen (gl)	10.6 %
Tiefe Lagen des Wallis (vs)	29.4 %
Südlicher Alpenrand (ti)	19.2 %

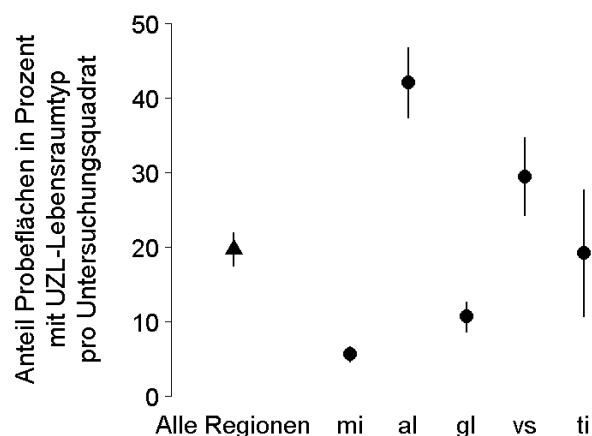


Abbildung 31: Mittlerer Anteil Probeflächen in Prozent mit UZL-Lebensraumtypen, aufgeteilt nach den landwirtschaftlichen Zonen und den Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft in der Agrarlandschaft pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. mi: Mittelland, tiefe Lagen des Juras, Talböden des nördlichen Alpenrands, al: Alpen, gl: hoher, westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen, vs: tiefe Lagen des Wallis, ti: südlicher Alpenrand. Bitte beachten: Diese Werte können nicht direkt in einen Zusammenhang mit den Ist- und Zielwerten aus Walter et al. (2013) gestellt werden, da die Herleitung unterschiedlich ist.

5.1.1 Anteil Probeflächen mit UZL-Lebensraumtyp innerhalb und ausserhalb der Biodiversitätsförderflächen

Der Anteil von UZL-Lebensraumtypen ist in allen Zonen der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf den Kontrollflächen am niedrigsten und auf den BFF Q2 am höchsten (Abb. 32). Im Sömmerungsgebiet, wo die Lebensraumvielfalt generell bereits sehr hoch ist, zeigte sich, dass die Anlage von BFF keinen Einfluss auf die Präsenz von UZL-Lebensraumtypen hat. Aufgeteilt nach BFF-Kategorien zeigten Wiesen-BFF-Typen die höchsten Anteile mit UZL-Lebensraumtypen, leicht tiefere Anteile zeigten Weide-BFF-Typen. Gehölz-BFF-Typen erreichten deutlich tiefere Anteile, Dauerkulturen- und Acker-BFF-Typen zeigten die tiefsten Anteile an UZL-Lebensraumtypen (Abb. 33). Die tiefen Werte für Gehölz- und Dauerkultur-BFF hängen vermutlich damit zusammen, dass die BFF-Q2-Zuordnung auf Werten zur Baumdichte, biodiversitätsfördernden Strukturen, Baumschnitt oder der Qualität der Zurechnungsfläche (die aber nicht direkt unter den Hochstamm-Feldobstbäumen liegen muss) beruht und nicht den Vegetationstyp an diesen Standorten charakterisiert.

Bisher wurde allgemein angenommen, dass Flächen, die gemäss der Direktzahlungsverordnung die Qualitätsstufe 2 erreichen, durch die UZL-Qualität im OPAL-Bericht und somit auch mit dem alternativen UZL-Qualitätskriterium «Anteil Probeflächen mit UZL-Lebensraumtypen» ähnlich beurteilt werden (DZV; SR 910.13; Walter et al., 2013). Die Resultate aus ALL-EMA zeigen, dass die Zuordnung jedoch nicht deckungsgleich ist. Das heisst, nicht jede Biodiversitätsförderfläche mit Qualitätsstufe 2 gehörte zu einem UZL-Lebensraumtyp, und umgekehrt erfüllte nicht jeder UZL-Lebensraumtyp die Kriterien der DZV für eine Zuteilung zur Qualitätsstufe 2 (vgl. auch Graf et al., 2020). Die Unterschiede lassen sich auf folgende Punkte zurückführen:

- Unterschiedliche Qualitätsmasse – BFF-Q2-Qualität gemäss DZV vs. UZL-Qualität. Die UZL-Qualität, die wir als «UZL-Lebensraumtyp» auf der Basis der Flora messen, wird anders festgelegt als die BFF Q2 gemäss DZV. Die BFF-Q2-Qualität gemäss DZV ist weniger standortangepasst und deckt nur einen Teil der Agrarlandschaft mit Qualitätskriterien ab.
- Unterschiedliche Erfassungsmethodik – angemeldete Flächen vs. Punkterhebung. Die BFF-Q2-Qualität wird methodisch anders bestimmt als die UZL-Lebensraumtypen. In ALL-EMA ist die Probeflächenauswahl zufällig, da ALL-EMA auf Reproduzierbarkeit und Repräsentativität ausgerichtet ist. Die Anleitung zur BFF-Q2-Qualitätsbestimmung gemäss DZV schreibt eine subjektive Auswahl der Testflächen vor, die sich für verschiedene BFF Typen unterscheidet.

Es ist für ein langfristiges Monitoring wichtig, dass die Qualitätsbeurteilung nicht aufgrund von Kriterien erfolgt, die sich über die Zeit ändern können, z. B. die Q2-Qualitätskriterien der DZV. Deshalb wurde hier ein unabhängiger Ansatz gewählt.

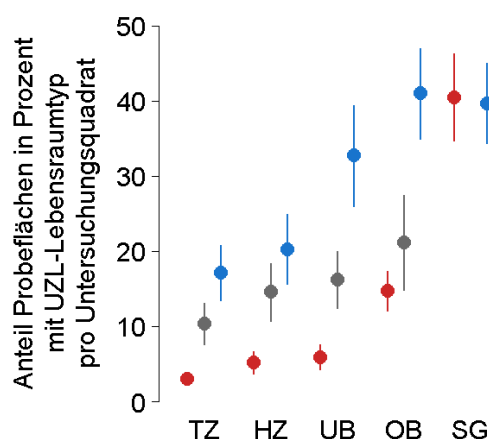


Abbildung 32: Anteil der Probeflächen in Prozent mit UZL-Lebensraumtypen in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. TZ: Talzone, HZ: Hügelize, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

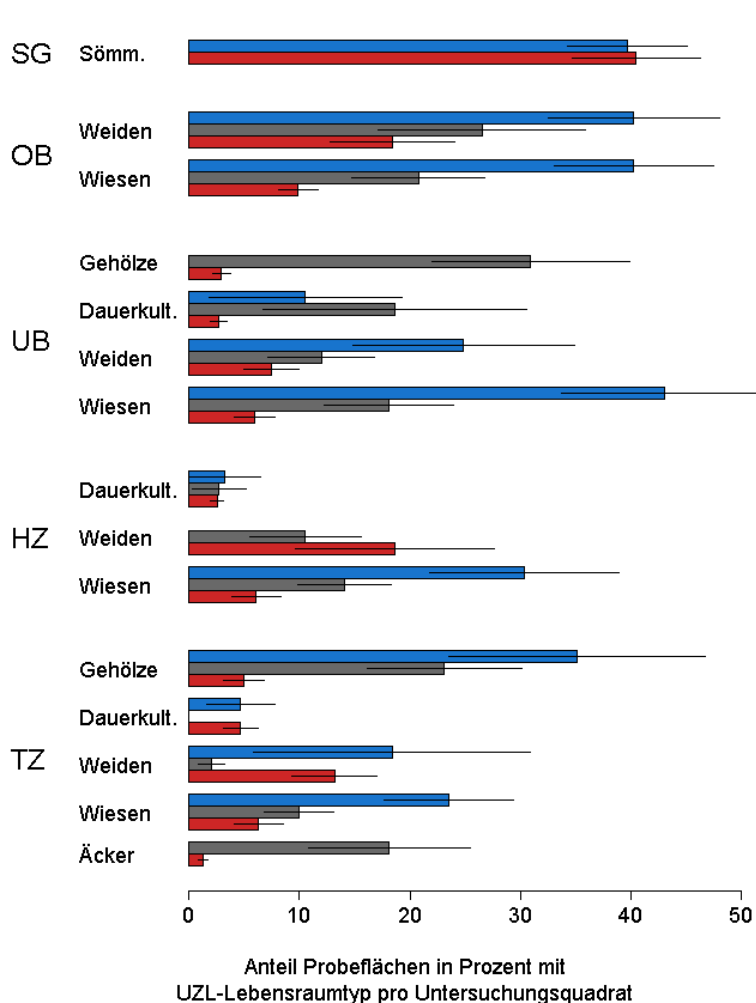


Abbildung 33: Anteil der Probeflächen in Prozent mit UZL-Lebensraumtypen in Kontrollflächen (rot), in BFF Q1 (grau) und in BFF Q2 (blau) für einzelne BFF-Typen (d. h. Wiesen, Weiden, artenreiche Grün- und Streueflächen im Sömmerungsgebiet, Äcker, Dauerkulturen und Gehölze) pro Untersuchungsquadrat; Durchschnitt $\pm$ Standardfehler. Der Indikator wurde nur für diejenigen BFF-Kategorien und Zonen gerechnet, für welche mindestens 20 Aufnahmen zur Verfügung standen. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet.

6 Synthese

Der vorliegende Bericht ist eine Zustandsbeschreibung der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft anhand der ALL-EMA-Daten. Er bildet die Ausgangslage für das Monitoring dieser Diversität in der zukünftigen Zeit, die in Fünf-Jahres-Erhebungszyklen gegliedert wird. In Ergänzung zu den bereits länger bestehenden Monitoring-Programmen Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS (Inventarflächen gemäss Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz NHG) und Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM (alle Lebensräume) erlauben die ALL-EMA-Daten einen vertieften Blick auf die Agrarlandschaft, die dank ihrem grossen Flächenanteil von enormer Bedeutung für die nationale Biodiversität ist.

6.1 Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt der Schweizer Agrarlandschaft

Die Resultate des ersten Erhebungszyklus von ALL-EMA, die den Zustand der Arten und Lebensräume in der Agrarlandschaft basierend auf verschiedenen Biodiversitätsindikatoren beschreiben, widerspiegeln Muster, die im Zusammenhang mit einem Gradienten von weniger intensiv zu intensiver genutzten Flächen stehen. Sie bieten die Grundlage, anhand derer zukünftige Veränderungen beurteilt werden können.

In tieferen Zonen (Tal- und Hügelzone) zeigten – mit Ausnahme der Artenvielfalt der Brutvögel – alle Hauptindikatoren den tiefsten Wert für den Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt. Etwa seit Mitte des 20. Jahrhunderts nahmen die grossen Biodiversitätsverluste in der Agrarlandschaft mit der Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung ihren Anfang und sind besonders in den tieferen Zonen weit fortgeschritten. Der Zusammenhang zwischen Nutzungsintensität und dem durch die Hauptindikatoren beschriebenen Zustand der Arten- und Lebensräume findet Bestätigung durch den Zusatzindikator zu den Nährstoffzeigerwerten der Pflanzengesellschaften: In den tieferen Zonen sind die Pflanzengesellschaften den höchsten Nährstoffeinträgen ausgesetzt. Die Ergebnisse von ALL-EMA zeigen deutlich, dass besonders in tiefen Zonen ein grosses Defizit bei der Arten- und Lebensraumvielfalt besteht. Aufgrund der mit der Höhe zunehmenden schwierigeren abiotischen Bedingungen müsste nämlich theoretisch die Arten- und Lebensraumvielfalt in tieferen Zonen höher oder mindestens gleich hoch sein wie in höheren Zonen. Die Resultate zukünftiger Erhebungszyklen von ALL-EMA werden zeigen, ob sich der Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt insbesondere in tieferen Zonen verbessern wird, zum Beispiel aufgrund neuer agrarpolitischer Massnahmen.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es Hinweise auf eine beginnende Intensivierung der Landwirtschaft in höheren Zonen. Für viele der Indikatoren unterschieden sich die Werte zwischen der Hügelzone und der unteren Bergzone nur noch wenig. Daher gebührt der Entwicklung der Biodiversität in der unteren Bergzone bis in Bereiche der oberen Bergzone hinein in der Zukunft eine besondere Aufmerksamkeit.

In den höheren Zonen ist der Zustand der Arten- und Lebensraumvielfalt momentan deutlich besser als in tieferen Zonen, dies zeigen alle Indikatoren übereinstimmend. Erst im Sömmerungsgebiet finden wir wieder eine leichte Abnahme der Arten- und Lebensraumvielfalt. Dies führen wir auf die stärkere Limitierung durch die zunehmend unwirtlichen Lebensbedingungen zurück, an welche nur noch eine geringere Anzahl Arten angepasst sind. In den oberen Zonen des Berggebietes wird die landwirtschaftliche Biodiversität auch durch die Nutzungsaufgabe bedroht. Wenn sich die Landwirtschaft aus schwierig zu bewirtschaftenden, steilen und schwer erreichbaren Gebieten zurückzieht, führt dies unterhalb der Waldgrenze zu einer Wiederbewaldung. Waldzuwachs findet v. a. in den oberen Zonen des Alpenraums statt (BFS, 2012). Die Verbuschung von Alpweiden führt anfangs zu einer Zunahme der Artenvielfalt. Übersteigt der Deckungsgrad der Sträucher jedoch 50 %, so nimmt die Anzahl der Grünlandarten wieder ab (Hofer et al., 2015). Die Resultate aus zukünftigen Erhebungszyklen von ALL-EMA werden solche Entwicklungen aufzeigen. Dies ist eine wichtige Aufgabe von ALL-EMA im Hinblick auf das Ergreifen von Massnahmen, um einen weiteren Verlust der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Agrarlandschaft zu verhindern, respektive den Erhalt des jetzigen Zustandes zu gewährleisten.

6.2 Evaluation der Biodiversitätsförderflächen

In Biodiversitätsförderflächen findet sich allgemein eine grössere Arten- und Lebensraumvielfalt als in Kontrollflächen. Biodiversitätsförderflächen der Qualitätsstufe 2 sind zudem mehrheitlich reicher an Arten und Lebensräumen als jene der Qualitätsstufe 1. Damit werden Teilziele der Biodiversitätsförderung in der Landwirtschaft erreicht. Die Unterschiede in der Artenvielfalt zwischen Biodiversitätsförderflächen (Qualitätsstufe 1 und auch Qualitätsstufe 2) nehmen im Vergleich zu Kontrollflächen von der Talzone bis zum Sömmerungsgebiet erwartungsgemäss ab. Dies betont die grosse Bedeutung der Biodiversitätsförderflächen für die Artenvielfalt in tiefen Zonen, wo die Landnutzungsintensität viel höher und damit die Biodiversität viel stärker unter Druck ist. Dort schaffen Biodiversitätsförderflächen zusätzliche Lebensräume, die in der intensiv genutzten Agrarlandschaft sonst kaum mehr vorhanden wären. Dies trifft ganz besonders auf die sogenannten «Acker-Biodiversitätsförderflächen» zu: Brachen, Blühstreifen und Säume. Es handelt sich dabei teilweise um neue Lebensraumtypen, die gezielt zur Erhaltung der Artenvielfalt und zur Förderung der Ökosystemfunktionen Bestäubung und Nützlingsförderung angelegt werden. Hier ist der Kontrast von Artenvielfalt und -zusammensetzung zu den umgebenden Ackerflächen besonders gross (z. B. Aviron et al., 2009). In den oberen Zonen unterscheiden sich Biodiversitätsförderflächen und Kontrollflächen weniger stark. Dort liegt die Bedeutung der Biodiversitätsförderflächen v. a. in ihrem Beitrag zur Aufrechterhaltung der traditionellen, artenreichen Wiesen und Weiden (Kampmann et al., 2012).

Eine umfassende Wirkungsanalyse der Biodiversitätsbeiträge, auch unter Einbezug von sozioökonomischen Bestimmungsfaktoren, die helfen zu verstehen, ob und wo Biodiversitätsförderflächen der verschiedenen Qualitätsstufen angelegt werden (Mack et al., 2020), geht über die hier präsentierten Indikatoren hinaus und bedingt komplexere Analysen zu bestimmten Evaluationsfragen. Dafür verweisen wir auf den Bericht von Fontana et al. (2019). Künftige Analysen der ALL-EMA-Daten werden es zudem erlauben, Spezialfragen im Zusammenhang mit den Biodiversitätsbeiträgen zu untersuchen. Zurzeit analysieren z. B. Meier et al. (in Vorbereitung) Effekte verschiedener Einflussfaktoren und der Biodiversitätsförderflächen auf Flora und Fauna.

6.3 Anteil Fläche mit UZL-Lebensräumen als neues Mass zur Beurteilung der Umweltziele Landwirtschaft

Die Resultate des ersten Erhebungszyklus von ALL-EMA, die den Anteil der Fläche mit UZL-Lebensräumen in der Agrarlandschaft quantifizieren, zeigen, dass dieser in den unteren Zonen am tiefsten war, und die höchsten Werte in den höchsten Zonen erreicht wurden. Bezogen auf die UZL-Hauptregionen war der Anteil an Flächen mit UZL-Qualität in den Alpen am höchsten. Diese Resultate widerspiegeln sehr schön die Resultate des, durch die Haupt- und Zusatzindikatoren beschriebenen, Zustandes der Arten- und Lebensraumvielfalt und zeigen, dass vermutlich die generell intensivere Bewirtschaftung in tieferen Zonen die Hauptursache für den geringen Anteil an UZL-Lebensräumen in diesen Zonen ist. Insbesondere in den tieferen Zonen besteht ein grosses Defizit an UZL-Lebensräumen und dementsprechend besteht Handlungsbedarf. Die Resultate der nächsten Erhebungszyklen von ALL-EMA werden zeigen, ob sich das Defizit in den tieferen Zonen verbessert, und ob der relativ gute Zustand in den höheren Zonen erhalten bleibt oder ebenfalls verbessert wird. Hinweise für dieses zusätzliche Potential lassen sich anhand der Biodiversitätsförderflächen erkennen. Andererseits könnte die Ausschöpfung dieses Potenzials negativ beeinflusst werden aufgrund starker Veränderungen in gewissen Zonen der Berggebiete, welche andere Biodiversitäts-Monitorings der Schweiz feststellten.

Im OPAL-Bericht (Walter et al., 2013) wurden für die landwirtschaftlichen Zonen bzw. UZL-Regionen auch Flächenziele festgelegt, die den Erhalt und die Förderung der UZL-Arten sicherstellen sollen. Diese Zielwerte wurden aufgrund der damals verfügbaren Daten und von Fallstudien so abgeleitet, dass die Zielerreichung mit diesen Daten auch überprüft werden konnte. Neu steht jetzt mit ALL-EMA eine für die Schweiz repräsentative, systematische Datenbasis zur Verfügung, die eine umfassende Beurteilung des Zustands der landwirtschaftlichen Biodiversität erlaubt. Wir können zum Beispiel beurteilen, welche Flächen für die Biodiversität einem UZL-Lebensraumtyp entsprechen und so besonders wertvoll sind, wo diese liegen und welche Flächenanteile sie in den einzelnen Zonen (und UZL-Regionen) einnehmen. In Zukunft, wenn die Erhebungen wiederholt werden, kann auch die Entwicklung dieser Flächen und ihrer Anteile beurteilt werden. Hingegen kann die Erreichung der damals festgelegten Flächenziele mit

ALL-EMA nicht direkt überprüft werden, da die Datengrundlage für den OPAL-Bericht eine andere war. Es mussten damals Annahmen getroffen werden, die jetzt so nicht mehr notwendig sind, da gemessene Daten vorliegen (siehe Kapitel 5 für eine detaillierte Beurteilung der Annahmen).

6.4 Umsetzung ALL-EMA im nationalen und europäischen Kontext

Vergleichbare Programme zu ALL-EMA, welche die Arten- und Lebensraumvielfalt in der Agrarlandschaft regelmässig erheben, gibt es in fünf weiteren europäischen Ländern (Herzog und Franklin, 2016). Den Programmen ist gemeinsam, dass die Datenerhebung aus einer Kombination von Fernerkundung (Luftbilddaufnahmen) und Feldkartierung besteht. ALL-EMA zeichnet sich dadurch aus, dass durch die gezielte zusätzliche Beprobung der Biodiversitätsförderflächen direkte Rückschlüsse auf Fördermassnahmen gezogen werden können. Dieser direkte Bezug zur Agrarpolitik im Rahmen eines Biodiversitätsmonitorings ist einzigartig.

Um möglichst viele Synergien mit dem Agrarumweltmonitoring des BLW (<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/umwelt/agrarumweltmonitoring.html>) und den Monitoringprogrammen des BAFU wie das [Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM](#) und die [Wirkungskontrolle Biotopschutz WBS](#) zu nutzen, sind die ALL-EMA-Untersuchungsquadrate eine Teilmenge der BDM-Z7-Quadrate, und die Kartierungsmethoden der Vegetationsaufnahmen wurden zwischen BDM, WBS und ALL-EMA abgestimmt (Riedel et al., 2018). Dadurch sind übergreifende Auswertungen möglich. Insbesondere kann ALL-EMA die Tagfalter- und Brutvogelerhebungen aus dem BDM nutzen und gezielt für die Agrarlandschaft auswerten. Eine Spezialität von ALL-EMA ist, dass nicht nur Arten, sondern auch Lebensräume kartiert werden. Dafür wurde eigens ein Lebensraumschlüssel erarbeitet (Buholzer et al., 2018), der auf die Lebensraumtypen der Schweiz (Delarze und Gonseth, 2008) Bezug nimmt. Er wurde aufgrund der Erfahrungen während der Kartierungsarbeiten regelmässig verbessert, wobei die Vergleichbarkeit mit früheren Versionen gewährleistet bleibt.

Bereits im ersten Erhebungsjahr 2015 konnte ein auswertbarer Datensatz erhoben werden. Dies war nur dank sorgfältiger Planung, sowie Auswahl, Schulung und Begleitung der Kartierenden im Feld möglich. Die Kartierungsdaten werden aus dem Feld direkt in einer Cloud synchronisiert und – nach Plausibilisierung und Qualitätskontrolle – in der ALL-EMA-Datenbank zur Auswertung bereitgestellt. Dies reduziert die Fehleranfälligkeit und erhöht somit die Datenqualität.

Die Akzeptanz der Kartierungsarbeiten durch die Landwirtinnen und Landwirte ist grossmehrheitlich gut. Das ist keine Selbstverständlichkeit, müssen doch die Kartierenden oft nicht nur zwischen, sondern auch in den Parzellen selber Aufnahmen machen. Die Bewirtschafter und Bewirtschafterinnen werden vorab schriftlich informiert, und es gab nur ganz vereinzelt negative Rückmeldungen. Vielmehr stellen die Kartierenden ein zunehmendes Interesse an ALL-EMA und an den Ergebnissen daraus fest.

7 Ausblick

Aufgrund einer wachsenden Bevölkerung, der tendenziell abnehmenden landwirtschaftlichen Fläche, der nach wie vor hohen Intensität der Landnutzung und weiterer sich ändernder Rahmenbedingungen (z. B. Klimawandel) ist davon auszugehen, dass der Druck auf die Ökosysteme hoch bleiben oder weiter zunehmen wird. Es gilt, die landwirtschaftlichen Produktionssysteme so weiterzuentwickeln, dass die vorhandenen natürlichen Lebensgrundlagen im Sinne der Bedürfnisse der Bevölkerung optimal genutzt und dabei die Tragfähigkeit der Ökosysteme nicht überschritten wird. Gelingt es nicht, den heutigen Zustand zu stabilisieren und signifikant zu verbessern, beeinträchtigt der Mensch seine eigene Lebensgrundlage (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Denn die biologische Vielfalt und funktionierende Ökosysteme tragen massgeblich dazu bei, dass uns verschiedene Ökosystemleistungen zur Verfügung stehen.

Die erste umfassende Analyse des Zustandes der Biodiversität in der Agrarlandschaft legt den Grundstein für die Beobachtung ihrer zukünftigen Entwicklung. Wir werden in Zukunft ebenfalls Gewicht auf die Erfassung der Ursachen für die beobachteten Entwicklungen legen. So werden wir den bestehenden Datensatz vertieft analysieren und nach Zusammenhängen zwischen Lebensräumen und dem Vorkommen von Arten (Pflanzen, Tagfalter, Brutvögel) suchen. Die Datengrundlage von ALL-EMA bietet viele Möglichkeiten, um mit zusätzlichen Datenquellen zu abiotischen Voraussetzungen und Bewirtschaftungsinformationen Ursachen für die Muster in der Biodiversität zu untersuchen. Die Resultate des nächsten Erhebungszyklus von ALL-EMA, werden zeigen, ob und wie sich die Biodiversität in der schweizerischen Agrarlandschaft verändert, und in welchem Umfang die, im Rahmen der Direktzahlungsverordnung getroffenen, Massnahmen dazu beitragen.

Zudem ermöglichen es die jetzt vorliegenden Daten, einzelne Fragestellungen aus Praxis, Politik und Wissenschaft gezielt zu untersuchen. Entsprechende Analysen laufen bereits und die Ergebnisse werden in Zukunft regelmässig verfügbar gemacht werden. Auch methodisch wird sich ALL-EMA weiterentwickeln. In Zusammenarbeit mit Partnern wird das Potenzial für den Einsatz von Fernerkundung, künstlicher Intelligenz und Next Generation Sequencing (zur Untersuchung der genetischen Vielfalt) geprüft, um die Datenerhebung effizienter zu gestalten und den Auftrag von ALL-EMA auch in Zukunft zu erfüllen.

8 Danksagung

Eine grosse Zahl von Personen war und ist daran beteiligt, dass ALL-EMA in guter Qualität durchgeführt werden kann und einen wichtigen Beitrag für das Biodiversitätsmonitoring in der Schweiz leistet. Wir danken speziell:

- Thomas Walter (verstorben im September 2019), der als Faunaspezialist und Feldbiologe entscheidende Vorarbeiten für das Entstehen von ALL-EMA leistete, den Start des Programms begleitete und sich besonders bei der Erarbeitung der Methode für die Strukturhebungen engagierte
- der gesamten ALL-EMA-Begleitgruppe für die konstruktive Unterstützung seit der Konzeptphase: Peter Althaus, Alain Bidaux, Simon Birrer, Christoph Böbner, Alexandra Crops, Stefan Eggenberg, Simon Egger, Jérôme Frei, Jean-Michel Gardaz, Anina Gilgen, Diane Gossin, Yves Gonseth, Jodok Guntern, Niklaus Hofer, Rolf Holderegger, Judith Ladner Callipari, Glenn Litsios, Sarah Pearson, Lukas Pfiffner, Marion Sattler, Gabriella Silvestri, Fabienne Thomas, Pascal Vittoz, Samuel Vogel, Thomas Wirth, Adrian Zangger, Deborah Zaugg Unternährer
- Christoph Bühler und Thomas Stalling (Hintermann und Weber AG) für den Vorschlag eines Lebensraumschlüssels und der wertvollen Hilfe bei der Projektgestaltung
- Martin Frei, Adrian Möhl und Roman von Sury für den Einsatz bei der detaillierten Ausarbeitung des Lebensraumschlüssels, Martin Frei für seine fundierten Beiträge bei der Weiterentwicklung und den weiteren Beteiligten bei der Auswahl der Lebensraumtyp-Arten: Raymond Delarze, Ulrich Graf, Nina Richner, Nicola Schönberger und Cécile Schubiger-Bossard
- swisstopo für die Bereitstellung von Grundlagendaten
- Erich Szerencsits für Vorarbeiten und Unterstützung in Bezug auf GIS
- Stefan Lutz (TopTec Lutz) für die Lieferung der GPS-Geräte und Unterstützung in deren Anwendung und Wartung im ersten Erhebungszyklus
- Egon Niederberger und seinem Team Swisscom (Schweiz) AG für die Aufbereitung sowie die Bereitstellung der Netzabdeckungsinformationen auf den Untersuchungsquadraten
- Stephan Heuel und Ralph Straumann (Ernst Basler und Partner) beim Aufbau der Datenbank
- Claudio Felber (Perron2) für die Erstellung und Weiterentwicklung der Erfassungs-App und den Datenbankunterhalt
- Klaus Ecker, Christian Ginzler, Lucinda Laranjeiro und Barbara Schneider (WSL) für ihre fachliche und technische Unterstützung
- Stefan Eggenberg und Adrian Möhl (InfoFlora) für die fachliche Unterstützung bei Botanik-Fragen und für die lehrreichen botanischen Weiterbildungen
- allen Landwirtinnen und Landwirten, die den Zugang zu den Untersuchungsflächen möglich machen
- den Umwelt- und Landwirtschaftsämtern der Kantone, welche Daten zu Biodiversitätsförderflächen zur Verfügung stellten, sowie den Naturschutzämtern, die den Zugang zu Naturschutzflächen gewährten
- den kartierenden Fachpersonen: Christian Benetollo, Wolfgang Bischoff, Robert Brügger, Erika Franc Benetollo, Eva Frei, Sara Giovanettina, Saskia Godat, Sabine Joss, Christoph Käsermann, Daniel Knecht, Bertil Krüsi, Mary Leibundgut, Aline Perez-Graber, Olivier Putallaz und Remo Wenger.

Ein grosses Dankeschön für die interessanten Diskussionen und wertvollen Beiträge geht auch an:

- die Biodiversitätsfachpersonen aus der ALL-EMA-Begleitgruppe: Simon Birrer (Schweizerische Vogelwarte), Stefan Eggenberg (InfoFlora), Yves Gonseth (CSCF), Jodok Guntern (SCNAT), Gabriela Hofer (Ebenrain-Zentrum), Rolf Holderegger (WSL) und Pascal Vittoz (Universität Lausanne)
- Matthias Plattner und Thomas Sattler, welche faunistische Daten für ALL-EMA bereitstellten und den fachlichen Austausch pflegten.

9 Literaturverzeichnis

- Anthelme, F.; Grossi, J.L.; Brun, J.J.; Didier, L. (2001) Consequences of green alder expansion on vegetation changes and arthropod communities removal in the northern French Alps. *For. Ecol. Manage.*, 145, 57–65.
- Aviron S., Nitsch H., Jeanneret P., Buholzer S., Luka H., Pfiffner L., Pozzi S., Schüpbach B., Walter T., Herzog F. (2009) Ecological cross compliance promotes farmland biodiversity in Switzerland. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(5), 247–252.
- BAFU und BLW (2008) Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern: 221 S.
- BAFU und BLW (2016) Umweltziele Landwirtschaft. Statusbericht 2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1633: 114 S.
- BDM, Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz (2006) Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Umwelt-Zustand Nr. 0604. Bundesamt für Umwelt, Bern. 67 S.
- Benton, T. G., Vickery J. A., Wilson J. D. (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.*, 18, 182–188.
- Bergamini, A., Ginzler, C., Schmidt, B., Bedolla, A., Boch, S., Ecker, K., Graf, U., Küchler, H., Küchler, M., Dosch, O., Holderegger, R. (2019) Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011-2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz, WSL Ber. 85. 104 S.
- BFS (2012) Die Waldausbreitung im Alpenraum. Neuchâtel, Bundesamt für Statistik. BFS Aktuell, Raumnutzung und Landschaft, Nr. 3, November 2012.
- BFS, 2014. Arealstatistik Schweiz - Standardnomenklatur NOAS04: Grundkategorien und Aggregationen. Neuchâtel, Bundesamt für Statistik, be-d-02.02-noas04-01. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/gesamtspektrum-regionalen-stufen/geodaten.assetdetail.205795.html>
- Biesmeijer, J.C.; Roberts, S.P.M.; Reemer, M.; Ohlemüller, R.; Edwards, M.; Peeters, T.; Schaffers, A.P.; Potts, S.G.; Kleukers, R.; Thomas, C.D.; *et al.* (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313, 351–354.302.
- Blüthgen, N.; Dormann, C.F.; Prati, D.; Klaus, V.H.; Kleinebecker, T.; Hölzel, N.; Alt, F.; Boch, S.; Gockel, S.; Hemp, A.; *et al.* (2012) A quantitative index of land-use intensity in grasslands: Integrating mowing, grazing and fertilization. *Basic Appl. Ecol.*, 13, 207–220.
- BLW (2021) Landwirtschaftliche Zonen. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/grundlagen-und-querschnittsthemen/landwirtschaftliche-zonen.html>
- Bobbink, R.; Hicks, K.; Galloway, J.; Spranger, T.; Alkemade, R.; Ashmore, M.; Bustamante, M.; Cinderby, S.; Davidson, E.; Dentener, F.; *et al.* (2010) Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis. *Ecol. Appl.*, 20, 30–59.
- Bornand C., Gygax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H., Eggenberg S. (2016) Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.
- Bühler-Cortesi, T. (2009) Schmetterlinge. Tagfalter der Schweiz. Haupt, Bern.
- Buholzer, S.; Indermaur, A., Bühler, Ch., Frei, M. (2018) Bestimmungsschlüssel für Lebensräume der offenen Kulturlandschaft, Agroscope Science Nr. 17, Agroscope, Zürich. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/34744>
- Bundesrat (2018) Umwelt Schweiz. Bern, Bundesamt für Bauten und Logistik, 202 S. www.bafu.admin.ch/ub2018
- Delarze, R.; Gonseth, Y. (2008) Lebensräume der Schweiz: Ökologie, Gefährdung, Kennarten; Ott Verlag, Thun, Band 2.

- Enri S.R., Nucera E., Lonati M., Alberto P.F., Probo M. (2020) The Biodiversity Promotion Areas: effectiveness of agricultural direct payments on plant diversity conservation in the semi-natural grasslands of the Southern Swiss Alps. *Biodiversity and Conservation*, <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02069-4>
- Fahrig, L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34, 487–515.
- Fischer, M. *et al.* (2015) Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2104. Bern: Forum Biodiversität Schweiz.
- Fjellstad, W.J.; Dramstad, W.E.; Strand, G.H.; Fry, G.L.A. (2001) Heterogeneity as a measure of spatial pattern for monitoring agricultural landscapes. *Nor. Geogr. Tidsskr.*, 55, 71–76.
- Fontana M.-C. *et al.* (2019) Evaluation der Biodiversitätsbeiträge. Bern, Bundesamt für Landwirtschaft, Schlussbericht, 203 S. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/biodiversitaetsbeitraege.html>
- Gaston, K.J. (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405, 220–227.
- Graf R., Hagist D., Zellweger-Fischer J., Chevillat V., von Sury R., Birrer S. (2020) Quantität und Qualität naturnaher Lebensräume im Agrargebiet, Agrarforschung Schweiz 11: 199–209, <https://doi.org/10.34776/afs11-199>
- Guthrie, S., Giles, S., Dunkerley, F., Tabaqchali, H., Harshfield, A., Ioppolo, B., Manville, C. (2018) Impact of ammonia emissions from agriculture on biodiversity: An evidence synthesis. The Royal Society. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2695.html
- Herzog F., Franklin J. (2016) State of the art practices in farmland biodiversity monitoring for North America and Europe. *Ambio* 45:857–871. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0799-0>
- Hofer G., Junge X., Koch B., Schüpbach B. (2013) Einzigartige Kulturlandschaft und Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet. In: Lauber S., Herzog F., Seidl I., Böni R., Bürgi M., Gmür P., Hofer G., Mann S., Raaflaub M., Schick M., Schneider M., Wunderli R. (eds.) *Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR*. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich-Reckenholz, Forschungsanstalt Agroscope, 122-135.
- Horn, H. S. (1966) Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100:419.
- InfoFlora (2014) Invasive Neophyten der Schwarzen Liste und Watch-Liste https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Schwarze%20Liste_Watch%20Liste_2014.pdf
- Kampmann D., Lüscher A., Konold W., Herzog F., (2012) Agri-environment scheme protects diversity of mountain grassland species. *Land-use Policy* 29, 569–576.
- Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N. (2010) Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Umwelt-Vollzug Nr. 1019. 53 S.
- Knaus, P., Antoniazza S., Wechsler S., Guélat J., Kéry M., Strebel N., Sattler T. (2018) Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016. Verbreitung und Bestandesentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Knop E., Kleijn D., Herzog F., Schmid B. (2006) Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. *Journal of Applied Ecology* 43, 120–127.
- Koch, B.; Edwards, P.J.; Blanckenhorn, W.U.; Walter, T.; Hofer, G. (2015) Shrub encroachment affects the diversity of plants, butterflies, and grasshoppers on two Swiss subalpine pastures. *Arctic, Antarct. Alp. Res.*, 47, 345–357.
- Landolt, E. (1977) *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veröffentlichtes Geobotanisches Institute ETH Stiftung Rübel, Zürich, Switzerland.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmli W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber FH., Theurillat J-P, Urmi E, Vust M & Wohlgemuth T (2010) *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*. Haupt Verlag, Bern.
- Lennon, J.J.; Greenwood, J.J.D.; Turner, J.R.G. (2000) Bird diversity and environmental gradients in Britain: A test of the species-energy hypothesis. *J. Anim. Ecol.*, 69, 581–598.

- Loos, J., P. D. Turtureanu, H. von Wehrden, J. Hanspach, I. Dorresteijn, J. P. Frink, and J. Fischer (2015) Plant diversity in a changing agricultural landscape mosaic in southern Transylvania (Romania). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 199:350–357.
- MacDonald, D.; Crabtree, J.R.; Wiesinger, G.; Dax, T.; Stamou, N.; Fleury, P.; Gutierrez Lazpita, J.; Gibon, A. (2000) Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *J. Environ. Manage.*, 59, 47–69.
- Mack G., Ritzel C., Jan P. (2020) Determinants for the Implementation of Action-, Result- and Multi-ActorOriented Agri-Environment Schemes in Switzerland. *Ecological Economics* 106715. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106715>
- McCain, C.M. (2009) Global analysis of bird elevational diversity. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 18, 346–360.
- McCain, C.M. & Grytnes, J.A. (2010) Elevational gradients in species richness. *Encyclopedia of life sciences*. Wiley, Chichester. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548>
- Meteotest (2019) Karten von Jahreswerten der Luftbelastung in der Schweiz. Bern, Meteotest AG, 32 S.
- Michalet, R., Brooker, R.W., Cavieres, L.A., Kikvidze, Z., Lortie, C.J., Pugnaire, F.I., Valiente-Banuet, A. & Callaway, R.M. (2006) Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities? *Ecology Letters*, 9, 767–773.
- Moradi H., Fattorini S., Oldeland J. (2020) Influence of elevation on the species–area relationship. *J Biogeogr.* 00:1–13. <https://doi.org/10.1111/jbi.13851>
- OECD, 2016: 2013 Edition of the OECD Environmental Database. <https://stats.oecd.org/>
- OECD, 2019: Trends and Drivers of Agri-environmental Performance in OECD Countries. www.oecd-ilibrary.org/sites/b59b1142-en/1/1/1/index.html?itemId=/content/publication/b59b1142-en&csp=8a59b6659875885050df75eb3d4c8ee8&itemIGO=oecd&itemContentType=book
- Pasher, J.; McGovern, M.; Putinski, V. (2016) Measuring and monitoring linear woody features in agricultural landscapes through earth observation data as an indicator of habitat availability. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 44, 113–123.
- Poschod P. (2017) Geschichte der Kulturlandschaft, Stuttgart, Ulmer.
- Riedel S., Lüscher G., Meier E., Herzog F., Hofer G. (2019) Ökologische Qualität von Wiesen, die mit Biodiversitätsbeiträgen gefördert werden. *Agrarforschung Schweiz* 10 (2), 80–87
- Riedel S., Meier E., Buholzer S., Herzog F., Indermauer A., Lüscher G., Walter T., Winizki J., Hofer G., Ecker K., Ginzler C. (2018) Methodenbericht ALL-EMA Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles. Zürich, Agroscope Science 57, 31 S. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/39369>
- Rosenzweig, M.L. (1995) *Species diversity in space and time*; Cambridge University Press: Cambridge, UK; ISBN 0521499526.
- Rihm B., Achermann B. (2016) Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Swiss contribution to the effects-oriented work under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE). Bundesamt für Umwelt, Bern. Environmental studies no. 1642: 78 p.
- Socher, S.A.; Prati, D.; Boch, S.; Müller, J.; Klaus, V.H.; Hölzel, N.; Fischer, M. (2012) Direct and productivity-mediated indirect effects of fertilization, mowing and grazing on grassland species richness. *J. Ecol.*, 100, 1391–1399.
- Soliveres, S.; van der Plas, F.; Manning, P.; Prati, D.; Gossner, M.M.; Renner, S.C.; Alt, F.; Arndt, H.; Baumgartner, V.; Binkenstein, J.; *et al.* (2016) Biodiversity at multiple trophic levels is needed for ecosystem multifunctionality. *Nature*, 536, 456–459.
- Spehn E. M., Rudmann-Maurer K., Korner C., Maselli D. (eds.) (2010) Mountain Biodiversity and Global Change. *GMBA-DIVERSITAS*, Basel.
- Stoate, C.; Boatman, N.D.; Borralho, R.J.; Carvalho, C.R.; de Snoo, G.R.; Eden, P. (2001) Ecological impacts of arable intensification in Europe. *J. Environ. Manage.*, 63, 337–365.

- SBV (2020) Schweizerischer Bauernverband. Agristat. <https://www.sbv-usp.ch/de/services/agristat-statistik-der-schweizer-landwirtschaft/> [konsultiert 12.03.2021].
- Swisstopo (2014) Das Topografische Landschaftsmodell TLM. <https://www.swisstopo.admin.ch/de/wissen-fakten/topografisches-landschaftsmodell.html>
- Terraube, J.; Archaux, F.; Deconchat, M.; van Halder, I.; Jactel, H.; Barbaro, L. (2016) Forest edges have high conservation value for bird communities in mosaic landscapes. *Ecol. Evol.*, 6, 5178–5189. 365.
- Walter T., Klaus G., Altermatt F. *et al.* (2010) Landwirtschaft. In: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., *et al.* (Hrsg). Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung: Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 64–122.
- Walter *et al.* (2013) Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). Zürich, ART-Schriftenreihe 18. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/31147>
- Wermeille E., Chittaro Y., Gonseth Y. (2014) Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1403: 97 S.
- Wolda, H. (1981) Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*, 50, 296–302.
- Zeh Weissmann, H., Könitzer C., Bertiller, A. (2009) Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, 100 S.
- Zingg, S., J. Grenz, and J. Y. Humbert. 2018. Landscape-scale effects of land use intensity on birds and butterflies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 267:119–128.
- Zingg, S., E. Ritschard, R. Arlettaz, and J. Y. Humbert. 2019. Increasing the proportion and quality of land under agri-environment schemes promotes birds and butterflies at the landscape scale. *Biological Conservation* 231:39–48.

10 Anhang

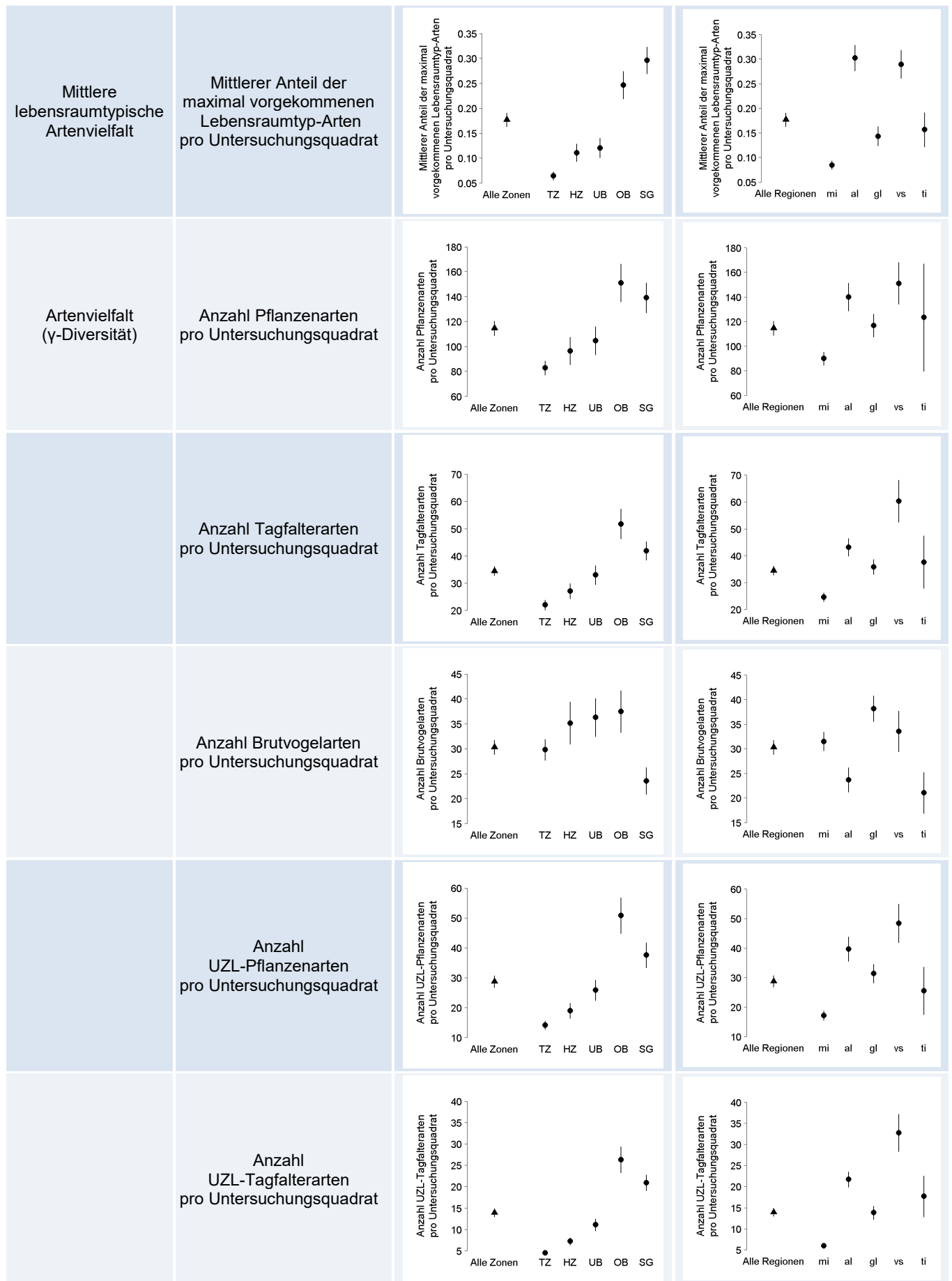
10.1 Übersicht über alle Indikatoren

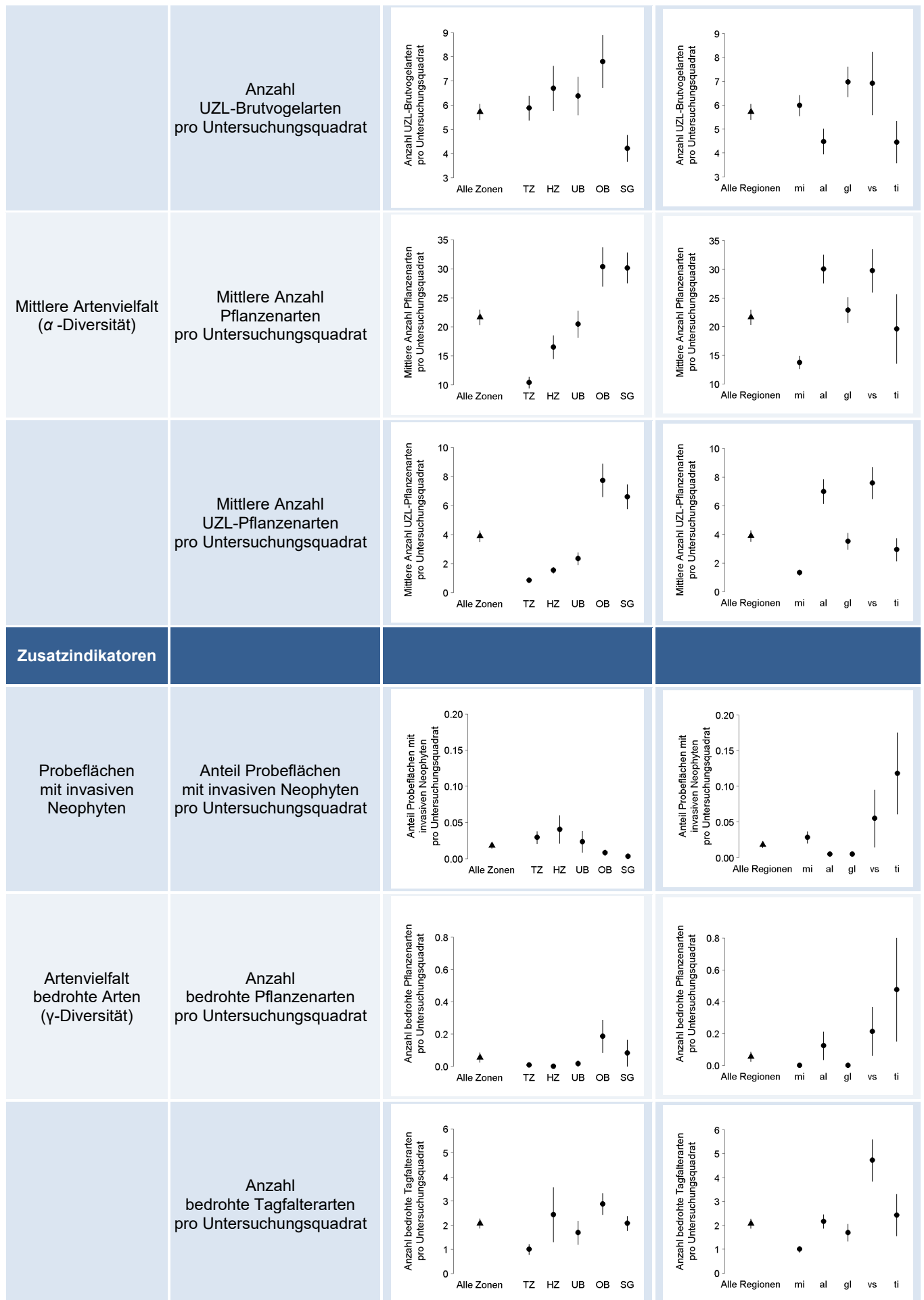
Im Bericht wurden nur die wichtigsten Indikatoren vorgestellt, welche im Rahmen der Auswertungen berechnet wurden. Ausserdem wurden nur die Resultate zu den landwirtschaftlichen Zonen gezeigt. In Tabelle A1 finden sich alle Indikatoren, welche ALL-EMA zur Beurteilung der Biodiversität in der Agrarlandschaft verwendet, mit den jeweiligen Ergebnissen für die landwirtschaftlichen Zonen und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft.

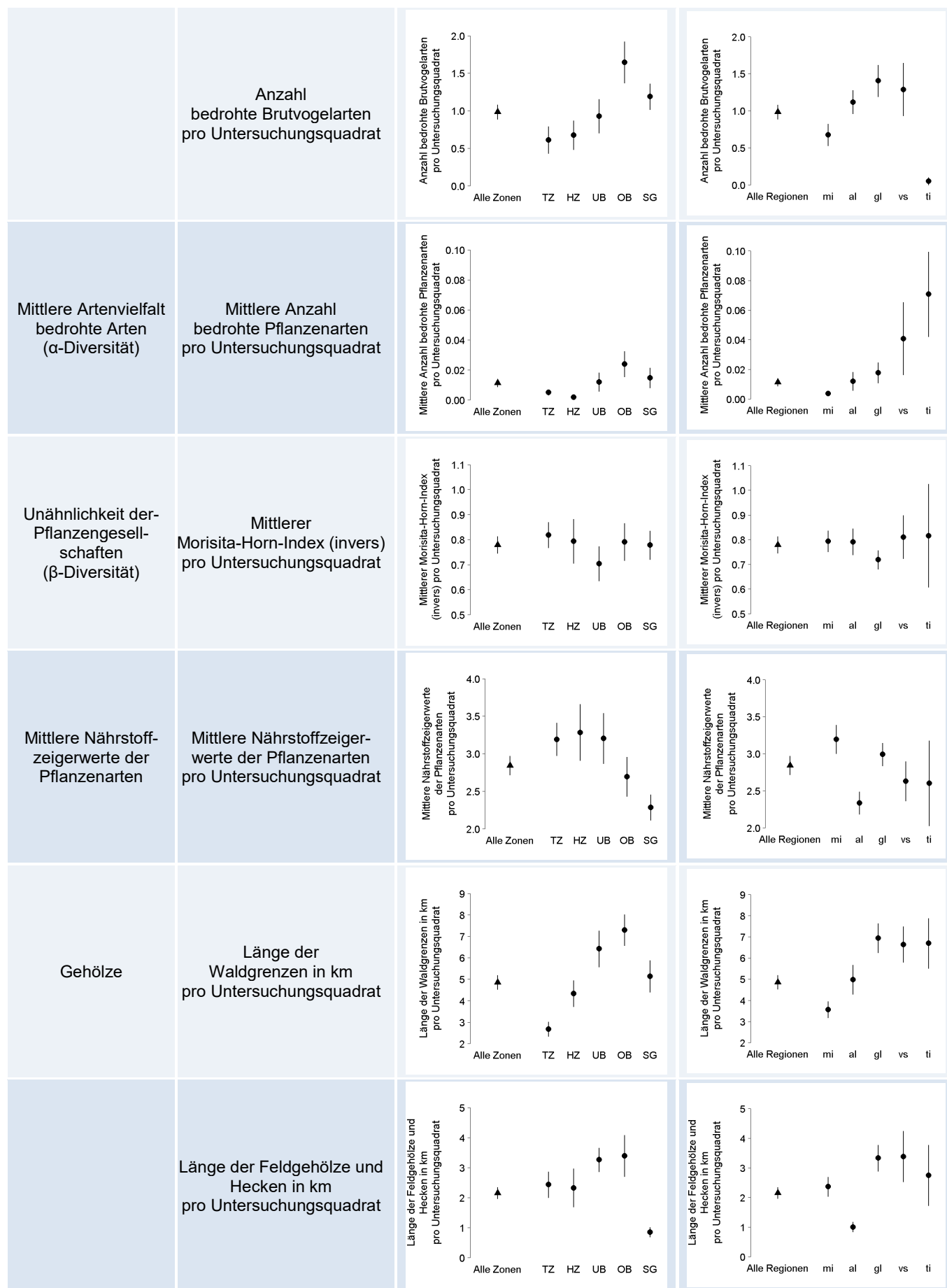
Tabelle A1: Übersicht über alle Hauptindikatoren und Zusatzindikatoren. TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. mi: Mittelland, tiefe Lagen Jura, Talböden nördlicher Alpenrand, al: Alpen, gl: hoher, westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen, vs: tiefe Lagen Wallis, ti: südlicher Alpenrand.

Indikator	Mass	Landwirtschaftliche Zonen	UZL-Hauptregionen
Hauptindikatoren			
Lebensraumvielfalt	Anzahl Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat		
	Anzahl UZL-Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat ⁷		
Räumliche Heterogenität der Lebensräume	Mittlerer Hix-Index basierend auf Lebensraumtypen pro Untersuchungsquadrat		

⁷ Drei Lebensraumtypen werden nur dann als UZL-Lebensraumtypen eingestuft, wenn sie artenreich sind. Es handelt sich dabei um Borstgrasrasen (435), Talfettwiesen (451) und Bergfettweiden (454). Gemäss BAFU und BLW (2008) werden zwei Lebensraumtypen innerhalb der Lebensraumgruppe «Feldkulturen» (82X) den UZL-Lebensraumtypen zugeordnet: kalkreicher Getreideacker und kalkarmer, lehmiger Hackfruchtacker. In ALL-EMA wird die Lebensraumgruppe der Feldkulturen jedoch nicht in so detaillierte Lebensraumtypen unterschieden. Lebensräume aus der Gruppe «Feldkulturen» wurden daher als UZL-Lebensraumtyp eingestuft, wenn sie artenreich waren. Das Kriterium «artenreich» wurde hier so definiert, dass im betreffenden Lebensraum mindestens 50 % der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten angetroffen werden müssen (siehe Indikator «Mittlere lebensraumtypische Artenvielfalt», Kapitel 3.2.3).







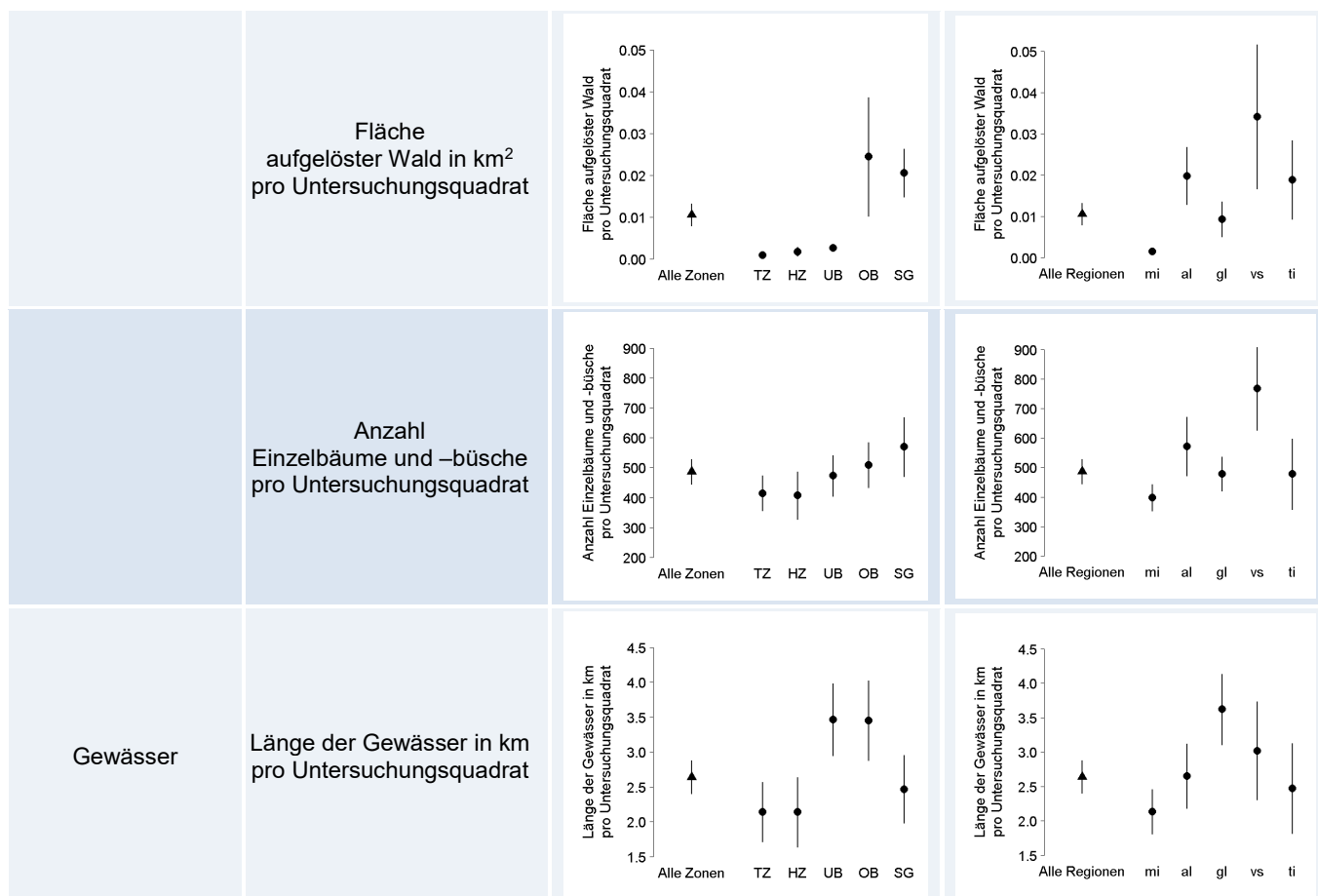


Tabelle A2: Übersicht über alle Hauptindikatoren und Zusatzindikatoren welche zur Evaluation der BFF verwendet wurden in Kontrollflächen (rot), BFF Q1 (grau) und BFF Q2 (blau). TZ: Talzone, HZ: Hügelzone, UB: Untere Bergzone (Bergzonen I und II), OB: Obere Bergzone (Bergzonen III und IV), SG: Sömmerungsgebiet. mi: Mittelland, tiefe Lagen Jura, Talböden nördlicher Alpenrand, al: Alpen, gl: hoher, westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen, vs: tiefe Lagen Wallis, ti: südlicher Alpenrand.

Indikator	Mass	Landwirtschaftliche Zonen	UZL-Hauptregionen
Hauptindikatoren			
Mittlere Lebensraumvielfalt	Mittlere Anzahl Lebensraumtypen pro 8 Probeflächen pro Untersuchungsquadrat		
Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensräume	Mittlere Anzahl einzigartiger Lebensraumtypen pro 8 Probeflächen pro Untersuchungsquadrat		Dieser Indikator wird nicht gezeigt, weil er nur für einen Teil der UZL-Hauptregionen berechnet werden könnte.
Mittlere Lebensraumtypische Artenvielfalt	Mittlerer Anteil der maximal vorgekommenen Lebensraumtyp-Arten pro Untersuchungsquadrat		
Mittlere Artenvielfalt (α -Diversität)	Mittlere Anzahl Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		

	Mittlere Anzahl UZL-Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		
Zusatzindikatoren			
Probeflächen mit in- vasiven Neophyten	Anteil Probeflächen mit invasiven Neophyten pro Untersuchungsquadrat		
Mittlere Artenvielfalt bedrohter Arten (α -Diversität)	Mittlere Anzahl bedrohte Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		
Mittlere Nährstoff- zeigerwerte der Pflanzenarten	Mittlere Nährstoffzeiger- werte der Pflanzenarten pro Untersuchungsquadrat		